

إشكاليات فلسفية في العلم الطبيعي

تحرير: ددلي شابير
ترجمة: نجيب الحصادي

إشكاليات فلسفية
في العلم الطبيعي



إشكاليات فلسفية في العلم الطبيعي

Philosophical Problems of Natural Science

Dudley Shapere

Sources in Philosophy, A Macmillan Series,
The Macmillan Company, London, 1965

تحرير: ددلي شابير
ترجمة: نجيب الحصادي
تحرير ترجمة: محمد عمران أبو ميس

الطبعة الأولى 2004 ف
رقم الإيداع **2004 / 5917**
دار الكتب الوطنية – بنغازي

المكتب الوطني للبحث والتطوير
ك م 15 طريق طرابلس – قصر بن غشير
ص ب. 80045 طرابلس – ليبيا
هاتف 43 - 022634440
بريد مصور 34 - 022634333

الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب
دار الكتب الوطنية
بنغازي – ليبيا
هاتف 9090509 - 9096379 - 9097074
بريد مصور 9097074
بريد الكتروني net-lib-libya@hotmail.com

ردمك: **ISBN 9959-818-38-1**

المحتويات

تقديم المترجم

تثـــير الطبـــيعة إشـــكاليات يفترض أن يمكّن نهجُ العلم الطبيعي من حسم أمرها، بل إن إحراز هدا النشاط لأي قدر من التطور إنما يرتهن باقتداره على إنجار هده المهمه. في المقابل، يثير العلم الطبيعي إشكاليات يعجز بمقتضى امبيريقية نهجه عن حســـم أمرها، ليس أقلها إشكالية تبرير رعمه المعرفي بالتمكين من تحقيق تطور مستمر نحو الدراية بنواميس قادرة على تفسير ما يقوم برصده من ظواهر. وفق هذه الصياغة، تستبان مباشرة علاقة التآزر القائمة بين العلم الطبيعي وفلسفته. لو لم تكن هناك إشـــكاليات يعجـــز نهج العلم الطبيعي عن حسمها، على تعلقها باقـــندار نهجه على التبليغ إلى ما يستهدف من غايات، لما كانت هناك حاجة لفلسفة تعنى بهدا الضرب من الأنشطة البشرية، ما يعنـــي أن قـــيامها رهـــن بعجزه؛ ولو لم نكن هناك فلسفة للعلم الطبيعـــي نعـــنى بتقويم قدرات نهج العلم الطبيعى المعرفية، لما أفـــاد القـــائمون عليه من الرؤى الفلسفية التي أسهمت في تحديد معالمه وتسويغ أصوله، ما يعني أن شرعيته رهن بقيامها.

لم يعد التوكيد على أهمية العلم الطبيعي، وقد ابلج فجر الالفـــية الثالـــثة، فى عوز إلى فضل بيان. الواقع أن خطر هذا النشاط قد استبين مدد أزمان أقدم عهدا، وإن لم يُرنأى فيه سبيلا أوحـــد للخلاص مما تلقاه البشرية من عنت إلا في مطلع القرن العشرين. آنذاك طفق أعضاء حلقة فينا يوظفون تقنيات المنطق الرمزي في البرهنة على قدرات العلم وفي تحليل طبائع نهجه، فـــي حيـــن اكتشـــفوا أن تعدبـــلا طفـــيفا فى حيثيات الموروث الامبيريقي يكفي لجعله نكأة تخلصهم مرة وإلى الأبد من مختلف الخطابـــات اللاعلمـــية، بدءا من الخطاب الغيبى بضربيه الديني والميتافيزيقـــي، وانـــتهاء بالخطـــاب القيمـــي بنوعيه الأخلاقي والاســـتاطيقى. هكذا أضحى احتياز القضية على معنى، عوضا عن احتيازها على قيم صدق، وقفا على إمكان التحقق امبيريقيا مـــن مطابقـــتها للخـــبرات الحسية التي تشير إليها. ولأن العلم الطبيعي هو النشاط الوحيد الذي يعنى، بطريقة منهجية منظمة، بأمـــر التحقق من مطابقة أحكامه لمثل تلك الخبرات، فإنه يمثل أعلـــى مراتـــب العقلانـــية ولا سبيل دونه أو بعده للدراية بعالم الخـــبرة، العـــالم الوحيد الذي يكتسب الحديث عنه أية شرعية.

هكـــذا أقـــر مورتـــس شلك، ومن بعده ردولف كارناب وكارل همبل، أن الخطاب اللاعلمي لبس جملة من الأحكام يعجز البشر بمقتضى قصور قدراتهم عن الدراية بصدقها، بل نعاليم ليس ثمة سبيل أصلا لفهمها، ما يعني أن الحوص في أمرها سلوك عبتي لا طائل من ورائه.

بـــيد أن الإمعـــان فـــي تبجيل النشاط العلمي، بطرحه محلصـــا أوحـــد، إنما يتطلب تشكيل تصورات لا نعوزها الدقة تعـــنى بتحديد سبله في التحقق من أحكامه وتبيان المقاصد التي يبتغـــي التبلغ إليها، بطريقة نمكن من الدفاع عن شرعيته ضد شكوك المرتابين. فضلا عن ذلك، ثمة حاجة إلى تحليل مختلف العملـــيات الابستمولوجية التي تنطوي عليها ممارسة العلم، من قبـــيل طـــرح الفروض واختبارها وتعديل النظريات حال توفر حـــالات مـــناوئة والمقارنة بين مختلف الفروض المعنية بذات الطائفـــة من الظواهر، وذلك بغية توضيح الأدوار التي تقوم بها في مقاربة فهم العالم من جهة، وتبرير اقتدار ما يقدر منها على تبلـــيغ مقاصد العلم وتفسير علة عجز ما يحقق منها من أخرى. هكذا شرع أتباع الامبيريقية المنطقيه (النزعة التي تشكلت منذ

مطلع الثلث الثاني من القرن الفائت استجابة لصعوبات واجهت حلقــة فينا الأكثر تسددا) في التعامل مع التفاصيل، عوضا عن الاقتصـــار علـــى إطـــلاق أحكام عامة تشيد بالعلم وتعظ بتبني نهجـــه. الجـــزء الأول من هذا الكتاب يعرض خصوصا لبعض هـــذه التفاصيل، فهو يعنى بطرح إشكاليات فلسفية يثيرها العلم الطبيعـــي ويبيـــن علـــى وجه الضبط طريقة أولئك الأشياع في تـــناولها، كما يقوم بتوضيح معايير الحلول التي يرتضونها لهذا القبـــيل من الإشكاليات. وكما تبين المختارات التي يشتمل عليها هـــذا الجزء، ثمة استعداد مسبق ومستمر لتعديل وجهات النظر، طالمـــا لم يطل التعديل أصول تلك النزعة، ما يفسر الكم الهائل من الأدبيات الفلسفية التي أسفر عنها هذا المشروع.

بـــودي أن أؤكـــد قليلا على أمر التفاصيل. لقد تعرف الفكـــر العربـــي علـــى الـــنزعة الوضعية منذ منتصف القرن العشـــرين، ووجد فيها بعض المتفكرين سبيلا ملائمة لتكريس أهمـــية النشـــاط العلمي نسبة إلى مجتمع ما فتئ يتجرع مرارة الـــتخلف وتعصف بداره صراعات لم يكن ثمة سبيل لدفعها. بيد أن أولئك المتفكرين لم يعنوا كثيرا بالتفاصيل، بل لعل أكثرهم لم

يعن بها إطلاقا، بل اكتفى بالوعظ الذي يستشهد بما آل إليه العلم من نتائج تقنية، غاضا الطرف كلية عن توضيح الآلية التى مكنت أصلا من امتلاك بعض الأمم ناصية الحضارة عبر تبني نهج العلم سبيلا في حل الكثير من إشكالياتها. آية ذلك أنك لا تكاد تجد كتابا عربيا يفصّل في مفاهيم العلم، من قبيل مفهوم التدليل والقانون الطبيعى والخصائص النزوعية والتنبؤ بنوعيه البعدي والقبلي والتفسير بضربيه الناموسي والإحصائي، أو يعنى بقضايا تخصصية من قبيل بنية النظرية العلمية، ومدى تضمن الممارسات العلميه الواجب القيام بها لأحكام قيمية، وآدهوكية التعديلات الفرضية، والعلاقة بين الحدود الملاحظية والحدود النظرية، بطريقة تبين على وجه الضبط كيف يوظف المنطق الرمزى في تحليل تلك المفاهيم وفى عرض وحسم أمر تلك المسائل، وكيف يتم نقد التصورات المطروحة ويحاول أربابها الدفاع عنها.

أقول هدا وأنا أعلم أن عهد الامبريقية فد أرف ترحله. بمة فلسفة جدبذة للعلم* بدأت نتشكل منذ مطلع الثلث الثاني من القـرن الفائت، ما لبثت أن قدرت لها السطوة في نهايته. الواقع أن الجــزء الثانــي مــن هذا الكتاب إنما ينضمن محتارات من أعمال أسهمت فى البشير بهذه الفلسفة الجديدة. بيد أنه لا سبيل لفهــم هذا المنطور الحديد وللاقتدار على تفويم تعاليمه إلا عفب التعرف على النرعة التي رام تفويضها واستهدف أن يحل بديلا عــنها. هــدا على وجه الضبط هو الدافع الأساسى الدي جعلني أعنى بترجمة هذا الكتاب، رغم مرور ما يفرب من ثلاثة عقود ونصف على صدوره.

لا عــناء في الرهان على أن العلم معلمة قارة من معالم حضــاره هــذا العصـــر، بيد أن توظيفه فى تحفيق أية مفاصد، واتحادنا منه موقفا مدهبيا يشكل مرجعية للبت في أمر العديد من المسائل، لا يتطلب فحسب الدراية بأحدث ما آلت إليه نظرياته،

* قمت بترجمة كتاب يعنى بطرح أصول هده الفلسفه تحت عنوان "الإدراك، الـنظرية والالـتزام" (قيد الطبع، حامعة دربه) وآحر يشمل على حدل بين توماس كون، أبرز أتباع تلك الفلسفه، وكارل بوبر، ستيف تولمن، وامر لاكاتوش، فضلا عن آخرين، تحت عنوان "النقد ونمو المعرفه" (قيد الطبع، حامعه دربه)

والإفادة مما أسفرت عنه عمليات توظيف التقنية لها. ثمة حاجة للدرايـــة بكنه العلم، وبالآلية التي يعمل بمقتضاها، بالافتراضات التـــي يصادر عليها دون برهنة، بمدى شرعية سبله في تحقيق مقاصده، من وجهة نظر ابستمولوجية وأخلاقية على حد السواء، فضـــلا عن علاقته بسائر الأنشطة البشرية التي تحظى بتبجيلنا. ذاك وحده قمين بجعلنا نفكر على طريقة ممارسي العلم، ونسهم فـــي تشـــكيل مســـار تطوره، ونقتدر على تبرير لهجنا بتوكيد ضـــرورته، عوضـــا عن اتخاذ موقف سلبي يقتصر في أفضل الأحوال على إعجاب لا يقتضي بأحدث ما خلص إليه العلم من اكتشافات وآخر ما طرأ على صنيعته التقنية من تطورات .

تقديم المحرر

1.فلسفة العلم في القرن العشرين

تـــم التولبف بين لفظتي "فلسفة" و"علم"، فى نعبيرات من قببل "الفلسفة العلمية" أو "فلسفة العلم"، بغية وصف أنواع متنوعة وعديـــدة مـــن البحـــث. هكذا ارتبطـ الفلسفة بالعلم عند بعض

المتفكريـــن فـــي محاوله لاستخلاص مترتبات" (أو "تطببفات") الحفيفة العلمية أو النهج العلمى نسبة إلى بعض محالاب النشاط البشـــري المغايرة، كالأحلاق والسياسة والدين، أو نسبه إلى كل مجـــالات البحث. في المفابل، شعر بعض آحر، بعد أن حادلوا (أو افترضـــوا) أن ضـــمان العلم لجدارة مباهجه بالثقة، أو كفله تحفيق غاياته، إنما يتطلب المصادره على افتراضات لا علمبة، وأن مهمتهم إنما تكمن في اكتشاف مثل تلك "الأسس" التي يركن إليها العلم والفيام بفحصها من وجهة نظر نقدية.

بيد أن التيار الأساسى من الأعمال الذي يوصف في هذا الفرن بأنه "فلسفة العلم" قام لأسباب وجيهة بالتخلي عن مثل تلك المهـــام أو بتأجيلها على أقل تقدير. بيد أن هذا التخلي لا يعزى إلى أن الذين أفحموا أنفسهم في نوع المشاريع التي سلف التلميح إليها قد أساءوا فهم **حقائق** العلم (رغم أنهم غالبا ما أخطأوا فى هكـــذا خصوص)، بقدر ما يعزى إلى إخفاقهم إلى حد كبير في فهـــم ماهـــية العلم - كونهم قد بدأوا بأفكار تعوزها الدقه، أو لم يُحسن تحديدها، عن العلم وعما يقوم به (كالفكرة القائلة بأن العلم يقـــوم بمعـــنى ما "بتشكيل النظريات" وفق "شواهد" بغية طرح

"تفسير" "للحقائق")، وهي تأويلات بثت الفحص الدقيق، حتى حال دعمها بالحجج، أنها ليست دقيقة، مشوشة، مضللة، أو لا تلائم روح العلم. وبطبيعة الحال، قبل أن نقر على سبيل المثال وجوب تطبيق "المنهج العلمي" على المسائل السياسية أو الأخلاقية، أو استحالة تحقيق العلم أهدافه إلا عبر مصادرته على افتراضات "ميتافيزيقية" بعينها لا سبيل لتسويغها، يتعين علينا أن نوضح لأنفسنا قدر الإمكان معنى ما نقوم بإقراره.ويتوجب علينا أن نفهم ما وسعتنا السبل دلالات الألفاظ التي نقوم باستخدامها، في الخطاب الفلسفي والخطاب العلمي على حد السواء (عنيت ألفاظ من قبيل "نظرية"، "شاهد" "تفسير" و"حقيقة")، إبان محاولتنا تحديد أهداف العلم ومناهجه وبنيته؛ أيضا يتعين أن نكون واضحين قدر الإمكان بخصوص السبل التي تتعلق وفقها الشواهد والنظرية، وعناصر أخرى في العلم، بعضها ببعضها الآخر.

يشكل مثل هذا الضرب من الإشكاليات، إشكاليات معاني الألفاظ والعلاقات القائمة بين عناصر العلم، الشاغل الأساسي الذي احتار على اهتمام فلاسفة القرن العشرين. وبالطبع، ثمة

احتلافات بيّنة بخصوص سبل مقاربتهم تلك الإشكاليات وتناولها، رغم أنهم ينحون صوب الاتفاق على وجهات نطر بعينها بخصوص معايير التناول الجيد. إن الهدف من هذه المحموعه من الدراسات، التي نقدم لها في هدا المقام، هو التمكين من فهم بعض من تلك النزوعات المشتركة، وذلك بتوضيح الملامح التالية التي تتسم بها فلسفة العلم في هدا القرن: (1) بعض السبل الخاصة التي نزع فلاسفة العلم نحو صياغة إشكالياتهم عبرها، أي نوع الصياغات التى اعتبروها دقيقة إلى حد يمكن من إجراء أبحاث مهمة؛ (2) نوع الأساليب التي استخدموها في محاولة تناول تلك الإشكاليات؛ و(3) نوع الأجوبة التي كانوا يميلون إلى طرحها. وبطبيعة الحال، غالبا ما كانت تلك الأجوبة تتعرض للنقد، ما أدى بدوره إلى تطور الرؤى المنتقَدة. إبان عملية التطور تلك، تمت الاسترابة حتى في مفاهيم الإشكاليات المركزية وأساليب تناولها، وهى مفاهيم تبوأت مركز الصدارة في العقود الثلاثة أو الأربعة الأخيرة، بحيث تمت الاستعاضة عنها بمفاهيم جديدة.

سوف تسبان كل هده المسائل، فيما آمل، في الدراسات المختارة التالية. ولكي نعين القارئ على تأويل هذه المختارات والربط بينها، سوف نعرض نقاسا مرجعيا يبدأ بإحدى المشاكل الحاسمة في فلسفة العلم المعاصرة، ما يسمى "بإشكالية معنى الحدود النظرية". التطور الذي طرأ على حلول هذه المسألة والمسائل المتعلقة يوضح تماما نوع المناهج التى تبناها فلاسفة العلم في هذا الفرن في صياغة إشكالياتهم وتناولها.

2.إشكالية الحدود النظرية

يتوجب ألا نفترض جهل الفلاسفة الأقدمين التام بإشكاليات فلسفة العلم في الفرن العشرين. هكدا على سبيل المثال تجد إشكالية معنى الحدود النظرية، التي نعنى بها في هدا المقام، أصولها في أعمال ديفيد هيوم (1711_1776).ففي الصفحات التي يستهل بها كتابه "**أطروحة في الطبيعة البشرية**" (Treatise of Human Nature)، يميز هيوم بين "الأفكار" و"الانطباعات" مُقرا، على نحو مبتسر كما سوف نلحظ، أنه "لا حاجة ملحّة تستوجب توضيح هدا التمييز". إنه يقسم كلا من هاتين الفئتين إلى "بسيط" و"مركب": "الإدراكات أو الانطباعات

البســيطة والأفكــار البســيطة التي لا تقبل التمييز أو العزل، ويقابلهــا الإدراكــات والأفكــار المركبة التي يمكن التمييز بين أجزائها. رغم أن ثمة لونا ومذاقا ورائحة بعينها تشكل خصائص ترتــبط مجــتمعة في هذه التفاحة، يسهل إدراك أنها خصائص متغايرة، بحيث يمكن تمييز واحدنها عن سائرها." وبعد أن يعقد هــيوم هذيــن الزوجيــن من التمييزات، يجادل بأن كل الأفكار البسيطة مشتقة بداية من انطباعات بسيطة تناظرها وتمثلها على نحــو دقيق، بمعنى أنه يتعين أن تشكل الانطباعات (الخبرة) في نهاية المطاف مأتى كل أفكارنا، إما بشكل مباشر (كما في حال الأفكار البسيطة) أو غير مباشر (كما في حال الأفكار المركبة). علــى ذلــك، ليس بالمقدور تشكيل فكرة، مهما كانت وهمية أو خيالــية، لا ســبيل لاقتفاء أثرها في الخبرة. وفي سياق عرضه محاجــة تدعــم هذا الزعم، يلحظ هيوم أنه "أنى ما نصادف أن حيل دون ممارسة القدرات، المثيرة للانطباعات، لعملياتها، كما يحــدث حيــن يولد المرء أعمى أو أصم، لا تغيب الانطباعات فحســب، بل تفتقد أيضا الأفكار التي تناظرها، بحيث لا يستبان في العقل أي من آثارها".

ثمة اتفاق عام على أن هيوم أفحم في محاجته، الخاصة بأصول أفكارنا، اعتبارات سيكولوجبة لا تتعلق بها، وأن موضع أهمية نقاشه إنما يكمن في الرؤية النى تقر وحوب أن يكون في المســتطاع أن نعرّف على نحو تام كل الحدود التي تحتار على معـــنى، عـــبر فـــئة من الحدود الأولية التى تشير إلى عناصر خبراتـــية بســـيطة، مـــا يســـميه فلاســـفه القرن العشرين عادة "بالمعطيات الحسية". وفق هدا التعديل، يمكن الحكم بأن محاولة هيوم تأصيل الاحتياز على معنى في الحبرة قد استشرفت بعض الحلول المعاصرة لمسألة أصبحت تعرف، في الصياغة الحاصة النى تتخذها في فلسفة العلم، بإشكالية معنى الحدود النظرية.

تثار هده الإشكالية في فلسفة العلم على النحو التالي. تمة حـــدود تـــرد فى النظريات العلمية يبدو أنها تشير إلى نوع من الكيـــنونات أو العملـــيات أو السلوكيات التي لا يمكن ملاحظتها بشـــكل مباشر. الأمثلة الكلاسيكية على هده الحدود هى "القوة"، "المحـــال"، "الـــذرة"، "المورّثة"، "اللاوعى"، و"الدافع". وعادة ما تصنف الحدود التي تكون من قبيل "مغناطيسي"، "قابل للدوبان"، "مـــرن"، "فصامي"، و"ذكي" بوصفها غبر قابلة للملاحظة، لأنها

تشير فيما يبدو إلى "ميول" أو "قدرات" أو "نزوعات" تحتاز عليها الكينونات المعنيه، عوضا عن أن تشير إلى سلوكيات تتجسد بشكل علني. هكذا يشار إلى كل هذه الحدود اللاملاحظية، بطريقة أكثر إيجابية، بعبارة "الحدود النظرية". ثمة موروث فلسفي طويل العهد يرتاب في الكينونات التي يُزعم قيام تلك الحدود بالإشارة إليها؛ ذلك أنه يفترض أن العلم معنى فحسب بما يمكن ملاحظته، لا بأية كينونات "ميتافيزيقية" قد توجد أو لا توجد خلف نطاق المشهد الخبراتي ولا يمكن ملاحظتها بأي حال. فصلا عن ذلك، وكما يوضح هيوم، لا سبيل لأن تحتاز مثل هذه الحدود على معنى يتجاوز ما يمكن التعبير عنه بحدود خبرانية. من هنا أقر عدد كبير من الفلاسفة الذين أقنعتهم هذه المحاجة أن مثل هذه الحدود، خلافا لما يبدو، لا تشير حقيقة إلى كينونات غير ملاحظة، بل قابلة لأن تعرَّف كلية عبر حدود خبراتية. وعلى هذا فكل ما يمكن أن يقال عبرها يمكن أن يقال بذات الدقة دون استخدامها؛ إنها حدود يمكن الاستغناء عنها، ما يعني وجوب أن تقوم بوظيفة عملية صرفة في العلم، وظيفة من قبيل الاختزال الملائم لما يطول

ويـــتعقد التعبير عنه بلغة ملاحظيه خالصه. بسمى برتراند رسل الكيـــبونات الـــنظرية "المكونات المنطقية"، ومشروعه في فلسفة العلـــم إنمـــا يتعيـــن في تبيان أن الحدود النظرية لا ترمز إلى كيـــنونات أو قدرات تتجاوز الخبرة، ولا تعدو أن تكون مفاهيم مشـــكَّلة، عـــبر أدوات المـــنطق الرمزي، من عناصر خبراتية محضـــة ("المعطـــيات الحســـية"). وكما يوصي رسل، "أنى ما أمكـــن، يتوجـــب عليـــنا أن نستعيض بالمكونات المنطقية عن الكيبونات المشتقة"[1].

هده رؤية غابة في الفتنة، فهي تبدد كثيرا من الغموض الـــدي يكتنف العلاقة بس "النظرية" و"الحقيقة" في العلم. ذلك أن الـــنظريات تعد وفق هذا التأويل مجرد تلخيصات مختزلة لجمل تشـــير فحسب إلى ملاحظات فعلية أو ممكنة ("فعلية" أو "ممكنة" علـــى حد السواء، لأن الحوادث المشار إليها قد لا تكون واقعية في الزمن الراهن، فقد يتم التنبؤ بها، بل إن التنبؤ قد يكون غير صـــحيح؛ مـــثل هـــذه الحوادث ليست ملاحظة، رغم أنها قابلة للملاحظة).

[1] B Russell, "The Relation of Sense_Data to Physics" in *Mysticism and Logic* (London George Allen & Unwin Ltd, 1951), p 155

يمكن صياغة هده الاعتبارات في مبدأ عام، لكنه دقيق، يـــنهض عليه نقاشنا التالي. دعونا نفترض أنه بالمقدور تصنيف مفـــردات الـــنظرية العلمية إلى فئتين منفصلتين تماما: (1) فئة تتكون من حدود ملاحظية، (2) وأخرى تتكون من سائر حدود النظرية ـــ سوف نسمي عناصر هذه الفئة الأخيره الحدود "عير الملاحظية" أو الحدود "النطرية" (وفي وقت لاحق، سوف نتشكك في إمكان عفد تمييز حاسم بين تيلك الفئنين). يمكن إيجاز وجهة النظر التي سلف نفاشها على النحو النالي:

المـــبدأ الأول: بـــالمقدور، نســـبة إلـــى كل تعبير ينتمي إلى المفـــردات الـــنظرية أو اللا ملاحظية النظرية العلمية، أن يستعاض عنه، دون كســـب أو خسارة في المعنى، بفئة من الحدود المنتمية فحسب إلى المفردات الملاحظية (بل إن احتياز التعبير النظري على معنى إنما يرتهن بإمكان القيام بمثل هذه الاستعاضة).

لاحظ، وفق هده الصياغة للمبدأ الأول، أنه لا يفول شيئا عـــن خصائص الحدود الواردة في المفردات الملاحظية. تشير تلك الحدود، وفق رؤية أنصار هيوم في مطلع الفرن العشربن، إلى معطيات حسية، ولكن بسبب الصعوبات الكأداء التي بواجهها مفهـــوم المعطـــيات الحسية، يتخلى ذلك المبدأ عن الحديث عنها

بحيث يتسق مع مذاهب مختلفة فى الألفاظ النى ينوجب اعتبارها "ملاحظية". لقد اتضح، فضلا عن مآخذ أخرى، أن تحديد معيار كـــون الحـــد حـــدا معطى_حسيا، وضرب أمثلة على مثل هذه الحـــدود، أمـــران غايـــة فـــى الصـــعوبة، ولـــذا فإن الرؤيه المعطى_حسيه لم ترق إلا لعدد قليل من الفلاسفة في العقدين أو بلاثـــة العقود الأخيرة. ثمة رؤية أكثر شيوعا بخصوص طبيعة المفـــردات الملاحظـــيه، وباختيار إحداها والتفصيل في أمرها، ســـوف تتضح بعض الاعتراضات التي وجهت بوجه عام ضد مختلف صياغات المبدأ الأول.

3- النزعة الإجرائية بوصفها صياغة للمبدأ الأول

الـــرؤية التي سوف نناقشها هي النزعة الإجرائية، التي طـــرحها أول مـــن طرحها ب.دبليو. بردجمان في كتابه "منطق الفـــيزياء الحديـــثة" (The Logic of Modern Physics, 1927). بتساءل بردجمان عما نعنيه بطول الجسم، ولا يلبث أن يقر أنه "بيّن أننا نعـــرف ما نعنيه بالطول إذا كان بمقدورنا تحديد طول أي وكل جســـم؛ لا شيء أكثر من هذا يُطلب من عالم الفيرياء. ولايجاد طول الجسم، يتوجب علينا القيام بعمليات مادية بعينها. هكذا يتم

تثبيت مفهوم الطول بتثبيت الإجراءات التي يقاس بها الطول، أي أن مفهوم الطول يشتمل على مجموعة العمليات التي يحدد عبرها الطول، ولا يشتمل على شيء آخر سواها. وبوجه عام، لا نعني بالمفهوم أكثر من مجموعة من الإجراءات، **فالمفهوم يترادف مع فئة الإجراءات المناظرة**. إذا كان المفهوم ماديا، مثل الطول، تكون الإجراءات مادية فعلية وإذا كان ذهنيا، مثال المتصلة الرياضية، تكون الإجراءات ذهنية، عنيت الإجراءات التي تحدد عبرها ما إذا كان جمع من المقادير يعد متصلا".[2]

على هذا النحو، تقر صياغة بردجمان للمبدأ الأول أنه **يتعين على كل حد علمي يحتاز على معنى إما أن يكون قابلا لأن يعرف كلية عبر فئة من الإجراءات الممكنة المحددة والمتميزة، أو أن يكون نفسه حدا يشير إلى مثل هذه الإجراءات.**

ثمة صعوبات حاسمة تواجه هذه الرؤية. بداية، ما المقصود بالإجراء؟ سوف نفكر لأول وهلة في مداولة الأجهزة؛ لكن هذا، كما يشير النص المقتبس من بردجمان، لا يكفي لتفسير احتياز كل المفاهيم العلمية على معنى، الأمر الذي أرغم

---

[2] P W Bridgman, *The Logic of Modern Physics* (N Y , The Macmillan Co , 1946), p 5

الإجرائييـــن على قبول عدد متنوع من الإجراءات التى لا تركن إلـــى أيـــة أجهـــزة. ولكـــن يلحـــظ همبل بخصوص مثل هذه الإجـــراءات الأخـــيرة، "في أدبيات النزعة الإجرائية، تم تحديد خصـــائص هـــذه الإجـــراءات الرمـــزية بطريقة بلغت حدا من الغمـــوض جعلها تسمح عمليا، عبر اختيار مناسب للإجراءات "اللفظية" أو "الذهنية"، بطرح كل الأفكار التي تعيّن على التحليل الإجرائى حظرها بوصفها خلوا من المعنى"[3].

مـــن مـــنحى آخـــر، حتى لو تسنى لنا توضيح مفهوم الإجـــراء، لـــنا أن نتساءل عن المقصود بالإجراء "الممكن"، فى مقابل الإجراء "المستحيل"؟ ثمة ثلاثه تأويلات تطرح نفسها: (1) الإجـــراء المقـــترح قد يكون **ممكنا تقنيا**، بمعنى أنه ممكن وفق النظرية الراهنة، دون أن تكون هناك سبل معروفة لتنفيذه. غير أنـــه من البين أن هذا التأويل لا يتسق مع ما يريد أشياع النزعة الإجرائيـــه إقـــراره؛ إننا لا نرغب في القول إن التعبير "التقاط صور فونوغرافية للوجه الآخر من القمر" لم يحصل على معنى إلـــى أن تم حل الإشكاليه التقنية المتعلقة بإرسال مركبة فضائية

[3] C G Hempel, "A Logical Appraisal of Operationism', In P Frank (ed), *The Validation of Scientific Theories* (Boston The Beacon Press, 1956), p 57

تحمـــل آلة نصوبر إلى القمر. (2) قد يكون المعنى المتعلق إذن هـــو الإمكان أو الاستحالة الـــنظرية؛ إمكان أو استحالة الإجراء وقف على ما إذا كانت النظرية العلمبة الراهنة نسمح به (بشكل مســـتقل عـــن "الإشكالية التقنية البحته" المتعلقة بإمكان تنفيذه). هكذا يعد السفر إلى النجوم البعيدة (حتى الآن) أمرا عير ممكن نقنـــيا، رغم أن إمكانه لبس مستبعدا من منطور قوابين الفيزياء المعروفة لديبا فى الوقت الراهن، ما يعني أن السفر عبر النجوم "ممكـــن نظريا". ولكن إدا كان هذا المعنى من لفطه "ممكن" هو المـــراد فى سياق النزعة الإجرائيه، سوف يُحدّ كبيرا من قدرة العلـــم علـــى التطور وفق المعايير الإجرائية؛ دلك أن التأملات المفصـــح عـــنها عبر "إجراءات" لا تسمح بها النطرية الراهنة سوف تكون محطوره لا بوصفها باطله، بل بوصفها هراء. ولا ريـــب أن قطاعـــا كبـــيرا من التطور العلمي قد تعين في طرح مفاهـــيم حديده لم تكن تحتاز على معنى وفق النطريات الأسبق عهـــدا. لا ســـبيل لتجنـــب هذا الاعتراض بالركون إلى قوانين الطبيعة (سواء أكانت معروفة أم مجهولة)، عوضا عن القوانين التـــي يعرفها العلم الراهن، لتحديد الممكن وعير الممكن؛ فعلى

اعتـــبار أنـــنا لا نسطيع أن نعرف إطلاقا ما إذا كانت قوانيننا الراهنة تشكل النواميس الصحيحة التي تحكم الطبيعة، لن يتسنى لنا أن نعرف، بخصوص أي إجراء مقترح لم يتم بعد تنفيذه، ما إذا كـــان ممكنا بهذا المعنى، ومن ثم لا سبيل لمعرفة ما إذا كنا نطلـــق أحكاما يعوزها المعنى. (3) من جهة أخيره، لن نستطيع تأويل لفظة "ممكن" بالركون إلى "ما ليس متناقضا منطقيا"، لأن الـــناتج المتاح سوف يكون أوسع مما يجب. فعلى سبيل المثال، الجملـــة "الأرض ســـاكنة فـــي فضاء مطلق"، التي تشتمل على التعبير "فضاء مطلق" المفترض حظره من قبل الإجرائيين، تعد منســـقة تماما من وجهة نظر منطقية. أما التعبير "فضاء مطلق" نفسه، رغم أنه قد يعاني من خلل معابر، لا يبدو على أقل تقدير مـــنطويا علـــى تـــناقض ذاتي. من البيّن أن ما تحتاجه النزعة الإجرائـــية هو معنى "للممكن" يتوسط بين "الممكن وفق القوانين المعـــروفة فـــي الوقـــت الراهن" (الذي يستثني أكثر مما يجب) و"الممكـــن" بمعـــنى "الخالي من التناقض المنطقي" (الذي يسمح

بأكثر مما يجب). وبطبيعة الحال، يتعين الإشكالية في تحديد هذا المعنى المتوسط بشكل واضح ودقيق[4].

على ذلك، فإن أهم ما يشغلنا الآن هو مسألة ما إذا كان يمكـــن للمفاهـــيم العلمـــية بوجه عام أن تعرَّف **كلية** عبر حدود إجرائية، ولذا لنا أن نفترض جدلا أن الاعتراضات سالفه الذكر، المتعلقه بصعوبه فهم ما تقره النزعة الإجرائية، قد تم الرد عليه. لاحظ أن مسألة ما إذا كانت كل المفاهيم العلمية قابلة لأن تعرّف كلية عبر حدود إجرائية مجرد حالة خاصة لإشكالية عامة تتعلق بالمـــبدأ الأول، عيـــنت ما إذا كانت كل حدود النظرية النظرية العلمـــية قابلة لأن تعرف كلية عبر مفردات ملاحظيه، بصرف النظر عن طريقنا في فهمها. المبحث الأول الذي تشتمل عليها هـــذه المخـــتارات، دراسة كارل همبل "مأزق المنظِّر"، يناقش القضـــايا المتعلقه بهذه المسألة، حيث يقوم بطرح وتقويم العديد مـــن البراهين الأساسية التي طرحت للدفاع أو الهجوم على ذلك المـــبدأ بطريقة لا تربهن، على حد قول همبل، "بالموضع الذي

[4] ثمة صعوبات مماثلة ستثار بخصوص "نظرية التحقق في المعنى"، التي تقر وجـــوب أن يحـــدّد معنى الجمله (عوضا عن معنى الحد، كما في النزعة الإجرائيه) عبر مجموعة من سبل التحقق الممكنه

يـــتم فـــيه علـــى وجه الصبط رسم الحدود الفاصله بين الحدود الملاحطية والمفردات النظرية".

4.المنطق بوصفه نموذجا وأداة في فلسفة العلم

قـــبل أن نفـــوم بفحـــص الرؤى والمشاكل الىى يناقشها همبل، دعونا نلحظ بعص الملامح العامة التي تنسم بها طريقته، وطـــريقة من يناقش نهجهم، فى حل مشاكلهم، عنبت مفاهيمهم ومهـــامهم والأساليب الني يرون وجوب استخدامها في أداء تلك المهـــام. تتسم أعمالهم، بل ربما معظم الأعمال التي أنجزت في فلسفة العلم في هذا القرن، بأنها تعول كثيرا على تقنيات المنطق الرمـــزي المعاصـــرة. هكـــدا، أنـــى ما وسعت السبل، نصاغ الإشـــكاليات عـــبر ذلك المنطق، بل إن مدى نجاح التحليل في صـــياغتها عـــبره يعد معيار نجاحه في أداء مهمنه. إن ردولف كاربـــاب، الذي تشكل أعماله مأتى كبير من النقاشات المعاصرة لإشـــكالية الحـــدود الـــنطرية (فضلا عن العديد من الإشكاليات الأخـــرى في فلسفة العلم)، يصف موضوعه بأنه "منطق العلم"، بـــل إنـــه يـــزعم أن الفلسفة بأسرها منطق للعلم، أو يتوجب أن يســـتعاص عنها به. ولفهم الفكره الكامنة خلف هذا التعبير، ثمه

حاجة لفحص التمييز الذي يعقد غالبا فى كتب المنطق التدريسية التمهـيدية بيـن "محـتوى" القضية أو المحاجة و"شكلها"، كون المنطق معني فحسب بالأشكال أو الصور. هكذا نجد أن المنطق لا يهتم بقيم صدق الجملة "كل يوناني إنسان" أو "كل إنسان فان"، أو حـتى بحقـيقه كـون هاتين القضيتين تستلزمان النتيجة "كل يونانـي فـان". بدلا عن ذلك، نراه يعنى **بالشكل** العام للقضية (كل A هو B) والمحاجة (كل A هو B، وكل B هو C"، ولذا فإن كـل A هو C)، التي تعد مثل تلك القضايا المحددة مجرد حالات عينية لها. يتعامل المنطق المعاصر مع هذه الأشكال التي تتخذها الجمـل والمحاجـات ، ومع أشكال أكثر تركيبا منها، باستخدام حـدود رمزية، كما يقوم بدراسة الخصائص العامة التي تختص بها (فصلا عن دراسة المفاهيم التي تستخدم فى الحديث عن مثل هذه الحمل والمحاجات، مثل مفهومي "الصدق" و"الإثبات").

وعلى نحو مشابه، يعتبر "منطق العلم" موضوعا متعلقا لا بقيم صدق قضايا العلم العينيه ("محتوى" العلم) ــ فهذه مهمة العـالِم ــ بـل بالأنماط العامة أو شكول التعبيرات التي يتعامل معهـا العلـم، وبالقواعد العامة التى تستخلص وفقها النتائج فى

العلـــم بشكل صحيح، وبالمفاهيم المستخدمة في نقاش التعبيرات والمحاجـــات العلمـــية (تعـــبرات من قبيل "يحتار على معنى"، "تفســـبر"، و"قـــانون"). وبخصـــوص أنـــواع الحدود التى تمثل "محـــتوى" ذلـــك "الشـــكل"، فإن منطق العلم معنى بها ما عني بدراســـة القواعـــد العامـــة التي تحكم نوع المحتوى الذي يمكن اســـتخدامه (مـــثلا، كونه يتعين على الحدود التى تشغل مواضع المحتوى في الأشكال المنطقية الخاصة بالقضايا العلميه أن تشير إلى "إجراءات" أو أن تكون "قابله لأن تعرف إجرائيا"). يلزم عن ذلك أن فلسفه العلم، وفق هذا التصور، محصنه ضد تقلبات العلم ــ مجـــيء ورحـــيل نظريات بعينها، كون هذه التعيرات تتعلق بمحـــتوى العلم، في حين أن الفيلسوف معني ببنيته ــ أي ليس مشغولا بنظريات محددة، بل بمعنى "النظرية" نفسها.

بـــيد أن "مـــنطق العلـــم"، بوصفه موضوعا، لا ينمذَج فحســـب علـــى منوال المنطق الرياضي الحديث، بل يقوم أيضا بتوظـــيف تقنـــيات هذا المنطق الفاعلة في التعامل مع مشاكله. يتضـــح هـــذا التوظيف تماما في براهين كارنـــاب، التى يناقشها همبل، والتى تروم إثبات أن المفاهيم العلمية لا يمكن أن تعرَّف

بوحــه عــام علـــى نحـــو تام، ما يحتم الاستعاضة عنها بجمل ملاحظـــية (من قبيل التعريفات الإجرائيه). لهذا السبب، فإن فهم تلـــك البراهيـــن يستدعي فهم بعض المفاهيم والتقنيات المنطقية الأكثر بساطة.

بســتخدم المناطقه الحروف "p" و"q" (وحروف أخرى، حســب الحاجة) لتمثيل القضايا أو الحمل التى تكون صادقة أو باطلـــة، بـــدلا مـــن كتابتها كاملة. من شأن هدا أن يوفر بعص الورق، كما أنه يلفت الانتباه، عبر طمس المحتوى، صوب شكل أو بنـــيه الـــبرهان. يـــتم الربط بين هذه الحروف عبر مختلف الـــرموز، التي تسمى "روابط"، بغيه تشكيل قضايا أكثر تركيبا. بالنسبة لمقصدنا، الرابط المنطقي الأكثر أهمية هو " → "، **الذي يعرفه** المناطقه بحيث تبطل الحملة "p → q" في كل حالة تصدق " p" وتبطل "q" (بصرف النظر عن القضايا التي تمثلها "p" و"q"). بهدا المعنى، يناظر "p → q" التعبير "إذا..فـــ..."، الذي يوظف فى اللغـــة الإنجليزيه العادية بوصفه رابطا. ذلك أن الجملة "إذا نجح جورج، سعدت ماري" على سبيل المثال، تبطل حال صدق "نجح جورج" وبطلان "سعدت ماري". وفق هذا الناظر، يمكن أن نقرأ

"p → q" هكـــذا : "إذا p، فـــــ q". في سائر الحالات (صدق "p" وصـــدق "q"؛ بطـــلان "p" وصدق "q"؛ بطلان "p" وبطلان "q")، تكون الفصيبه "p → q" صادقه.

لاحـــظ أن صدق أو بطلان القضية "p → q" محدد كلية بصـــرف النظر عن أي من الإمكانات المتعلقة بـــقيم صدق "p" و"q" تم تحققه بالفعل. هذه خاصية تشكل قاسما مشتركا بين كل الـــروابط المستخدمة في المنطق الرياضي الحديث؛ فهي عندما تقـــوم بالربط بين قضيتين لتشكيل قضية أكثر تركيبا، تكون قيم صدق المركب الناتج محدده في كل الحالات الممكنة بقيم صدق الأجـــزاء المكوِّنـــة. (توصف هذه الروابط بأنها "دال_صدقيه"، وأحيانا تستخدم كلمة "امتدادية" للإشارة إلى تلك الخاصية). ووفق هـــذا المعنى، يستقل المنطق عما يحدث بالفعل تماما كما يستقل عن معاني الجمل التي تمثلها "p" و"q". اكتشاف ما يحدث بالفعل مهمة الملاحظه، مهمة العلم على وجه الخصوص.

غير أن هذه الخاصيه "الدال_صدقية" ليست مشتركه بين كـــل الـــروابط المستخدمة فى الإنجليزية العاديه؛ ويعتبرمفهوم الارتباط السببى، المعبر عنه بكلمة "يسبب" أو "لأن"، مثالا على

ذلك. حتى لو عرفنا صدق الجملتين "مات جونز" و"أصبب جونز بالســـرطان"، نظـــل قيم صدق الجملة "مات جونز لأنه أصيب بالســـرطان" غير محددة (فقد يكون إطلاق الرصاص عليه علة موته). غالبا ما يستخدم التعبير "إذا..فـــ.." في السياقات العادية للتعبير عن علاقة سببية. هذا يعني ببساطة أن هذا التعبير، كما يستخدمه المناطقة، (الرابط " → ")، لا يعبر عن ارتباط سببي. الواقع أن اختيار المناطقه روابط تختص بالخاصية الدال_صدقيه سالفة الذكر، هو مأتى نجاحهم فى التركيز على ملامح البراهين التي يـــتوقف صـــحتها كليه على الشكل أو البنية، عوضا عن محتوى القضايا المعنية.

علـــى ذلك، ترتب على تأويلهم للتعبير "إذا..فـــ.." نتائج غريبه من وجهة نظر اللغة العادية. فعلى اعتبار بطلان القضيه القائلـــة بأن شيكاغو تقع في ولاية أوهايو، وصدق القضيه التي تقـــر أن أثنين زائد اثنين تساوي أربعه، فإن من شأن التعريف المنطقى لـــ " → " ، مؤولا على أنه يعني "إذا..فـــ.."، أن يجعل القضـــية "إذا كانت شيكاغو تقع في أوهايو، فإن أثنين زائد اثنين تســـاوي أربعة" قضية صادقة. وعلى نحو مماثل، سوف تصدق

القضـــيتان، "إذا كانـــت شيكاغو تقع في الينوي، فإن أسين زائد اثنيـــن تساوي أربعة"، و"إذا كانت شيكاغو تقع في أوهايو، فإن أسين زائد اثنين تساوى سنة". قد تجعل مثل هذه النتائج استخدام المنطق للتعبير "إذا ..فـــ.." يبدو اعتباطيا ومحرفا وغير ملائم بوصفه تحليلا للاستخدام العادي (والعلمي) لذلك التعبير؛ وسوف نـــرى أن بعض النقاد يجد في استخدام هذا التأويل لذلك التعبير مصـــدر كثير من الصعوبات التي واجهت فلسفة العلم الحديثة. غير أنه يتعين علينا أن نذكر أن هذا التأويل قد ساعد المناطقة فـــي تحقيق نتائج باهرة. هكذا أسهم مفهوم "الاستلزام"، المرتبط بـــ "→" (كما في قولنا إن "p تستلزم q"، بمعنى أنه إذا صدقت "p"، توجـــب صـــدق"q")، فـــي إقامة علاقة آصرة بين المنطق والرياضـــيات، مـــا أدى بـــدوره إلى اكتشافات مهمة في هذين المجاليـــن. ورغـــم إمكـــان وجود براهين نعتبر عادة سليمة لا يشملها مفهوم الاستلزام هذا، يتم تناول القطاع الواسع والمتنوع الذي يشمله بطريقة مناسبة تماما. فضلا عن ذلك، قد يتسنى في نهاية المطاف جعل البراهين، التي لم يتم بعد تناولها بشكل ملائم عـــبر ذلـــك المفهوم، تمتثل لسطوته. من جهة أخرى، لم يتمكن

أحـــد من طرح تأويل معايير (التأويل عبر "الارتباطات السببية" مثلا) فبله الكنيرون بوصفه واضحا على أقل تقدير.

تمة رابط أخير سوف نحتاج إليه في النقاشات التالية: " p≡ q"، التي يمكن تأويلها بـــ "p إذا وفقط إذا q" (أو "إذا p، فــ q ، وإذا q، فـــــ p"، بحيث تفهم "إذا p، فـــ q" بالمعنى الذى سبق تعريفه). ينضح أن " p≡ q" تصدق حال صدق كل من "p" و "q"، وحال بطلان كل منهما، وتبطل في الحالتين الأخريين.

5.نقد المبدأ الأول؛ التأويل الجزئي والمبدأ الثاني

بمقدورنـــا الآن أن نعود إلى نقد كارناب للمبدأ الأول – الأســباب التي جعلته يقر استحالة تعريف الحدود النظرية بشكل تـــام عبر تعبيرات ملاحظية صرفه. اعتبر التعاريف الإجرائية، بوصفها قواعد للاستعاضة عن الحدود النظرية بحدود ملاحظية. قـــد نفـــترض أنها تمتثل للنمط التالي: يقال إن الشيء المفرد x يحـــتص بالخاصية Q (حيث Q حد نظري) إذا وفقط إذا صدقت القضية "إذا تم تطبيق الإجراء C على x، سوف يعرض x الآثار E". هكـــذا تقـــبل الجملة "يحتص x بالخاصية (النظرية) Q" أن يســـتعاض عـــنها، دون خساره في المعنى، بجملة "إذا..فـــ.."

"الإجرائـــية". فمـــثلا، سوف يقال إن هدا الجسم معناطيسى إدا وفقـــط إدا تم استيفاء السرط التالي: إذا تم وضع قطعة صعيرة مـــن الـــنحاس قـــربه، ســـوف تتحرك صوبه. إدا فمنا بتأويل التعبيرين "إدا..فـــ..."، و"..إذا وففط إذا.." على طريقة المنطق، يمكن ترمير "التعريف الإجرائي" على النحو النالي:

$$"Qx \equiv (Cx \rightarrow Ex)"$$ [5]

لســـوء الطالع، فيما بشير كارناب، إدا فهمنا "إذا..فـــ..." فـــي هذه الصياغه بالمعنى المنطقى، سوف نحصل على نتيجة منافية للعقل. إذا لم يتم نطبيق الإجراء C على x (بحسب تنطل "Cx")، ســـوف تصـــدق الجملـــه (Cx → Ex) برمـــتها، وفق ما

---

[5] نلحـــظ هنا إحدى فوائد الترمير لو قمنا بكتابه هذه الصياغه بألفاظ عادية، سوف نجد السكل المطول "x تختص بالخاصية Q إذا وفقط إذا، إذا أخضعت x للشروط الاختبارية C، سوف تظهر الاستجابة E"

كمـــا هي العادة في نقاسات هذا الموضوع، ترتبط الأمثله المستخدمة بخاصية (الخاصـــيه النزوعـــيه المـــتعلقه بالمعناطيســـيه) عوضـــا عـــن كيـــنونة (مثال المجال الكهرومعناطيســـي أو اللاوعي) مسألة الحدود النظرية التي ترعم الإشارة إلى كينونات تعـــد أقل أساسيه من مسأله الحدود النظريه التي تعرو خصائص لكينونات، إذا افترضنا (كمـــا يبدو أننا نفترض في العالم) أننا نستطيع التعامل مع الكينونات بوصفها مجموعات من الخصائص (خصوصا النزوعيه منها)

أوصـــحنا فـــى الجرء السابق. ولأن الفضبة "Qx ≡ (Cx → Ex)" صـــادقة بالـــتعريف، ســـوف نـــرغَم على القول بأن x يختص بالخاصـــية Q ــ بأية درجه ينم تحديدها ــ في كل وقت لا ننم نطبـــيق الإجـــراء C عليه؛ ولكن بينما قد نرغب فى القول بأن للجســـم وزن حـــتى فـــي حال عدم القيام بوزنه، لن نرغب فى الحكـــم بأنه في كل وقت لا يوزن فيه، يبلغ وزنه عشرة أرطال وخمســـين عشر رطلا. غير أنه سوف يكون محتما علينا، وفق التأويل السابق، أن نقر هدا الأمر على وجه الضبط: إدا كانت "Cx" باطـــلة، ســـوف نصـــدق "(Cx → Ex)" **بصرف النظر** عما نســـتعيض بـــه عن "Ex"؛ وإدا صدقت كل من القضيتين (Cx →Ex)" و "Qx ≡ (Cx → Ex)"، توجب، وفق تعريف الرابط "≡"، أن تصدق "Qx". وعلـــى نحو مشابه، سوف يتعين علينا أن نقر أن الجسم يكون معناطيسيا في كل وقت لا يتعرض فيه لاختبار المغناطيســـية. في هذه الحاله، خلافا لحالة الوزن، لا نرغب في القـــول بـــأن كـــل جســـم لا تختبر مغناطيسيته يعد معناطيسيا. حـــتى بالنســـبة للأجسام التى نود إقرار مغناطيسيتها فى بعض الأوقـــات التـــي يختـــبر اختصاصها بها، بودنا إقرار إمكان ألا

تخـــتص بتلك الخاصية. بيد أن التأويل سالف الذكر يحول دون ذلـــك: لأن إذا بطلـــب "Cx" (أي إذا لـــم يـــتم تطبـــيق اختبار المغناطيسية)، سوف نضطر إلى الحكم بصدق "Qx" (أي الحكم بأن x مغناطيسى).

لقـــد تم اقتراح مصدرين لهذه الصعوبة: اما أن التأويل المنطقـــي للتعبـــير "إذا..فـــ.." لا يعبر عن معنى تناسب الجملة الإجرائـــيه (أو يناســـب، علـــى وجـــه أكـــثر عمومية، الجملة الملاحظـــة الـــوارده علـــى يمين العلامة "≡")، أو أن استخدام التعبـــير "إذا..فـــ.." لا نثريب عليه، لكن هناك خللا فى مفهومنا للعلاقـــة بين الحدود النظرية والحدود الملاحظيه الذى يقر قابلية الواحد منها عن الآخر (أي يقر "(Qx ≡ (Cx → Ex"). وكما سبق أن لاحظنا، فإن المقترح الأول لم يفض إلى حل مجمع عليه من قـــبل طائفـــة كبـــيره مـــن المفكريـــن؛ ليس ثمة تأويل لمعنى "إذا..فـــــ.." المـــتعلق يتم عبر "الارتباط الضرورى"، "الارتباط المـــادى"، "الارتباط الحقيقي"، أو ما شابه ذلك، يؤمّل الكثيرون حتى فى كونه واعدا.

هكـــذا يحـــتار كارناب البديل الثاني. الواقع أن اختياره مـــثال نمطـــى على النهج الدي سلف ذكره (الحرء 4)، والدي ســوف يحـــاول كتـــير من فلاسفة العلم المعاصرين، نسبب ما يواجهونه من صعوبات، إعاده صياغة محاجاتهم ونتائحهم وفقه قبل التخلي عن أسس المنطق الواثقة. من هنا يقترح كارناب أن الحـــدود الـــنظرية والحـــدود الملاحظيه لا ترتبط عبر تعاريف صـــريحة للأولـــى عبر الثانية، بل عبر "حمل رد" نقوم فحسب بطـــرح **تـــأويل جزئي** للحد النظري. أبسط أنواع حمل الرد هو القضية التالية:

" Cx → (Qx → Ex)".

التي تقر أنه "إذا تم تطبيق الاختبارات C على x، فإن x تختص بالخاصـــية Q إذا وفقـــط إذا أظهرت x الاستجابة E". إذا لم يتم تطبـــيق تلـــك الاختبارات، لن يلزم ضرورةً اختصاصُ x بتلك الخاصية، وهكذا يتم الخلاص من الصعوبات آنفه الذكر. Q هنا تحصـــل فحســـب على "تأويل جزئي"، بمعنى أن هذه الصياغة الجديـــدة لا تحـــدد معنى "Q" إلا نسبة إلى الأشياء التي تستوفي شـــروط الاختـــبار C. على هذا النحو، يظل معنى "Q" مفتوحا،

بحيث يمكن باستمرار إضافة جمل رد جديدة تحدد المزيد من السروط والاستجابات الخاصة باختبار حضور الخاصية Q.[6]

لقد أفضت هذه المحاجة ضد المبدأ الأول إلى التخلى عنه والاستعاضة عنه برؤية جديدة لعلاقة الحدود النظريه بالحدود الملاحظية. التمييز بين هذين النوعين من الحدود، رعم

---

[6] عور الحد لىعريف إجرائي، وحتى اسحالة توفره المرعومه، لا تحول دوما دون قيام العلماء بقبول المفهوم المعني، إذا كان يقوم بوظيفة مهمة بسبة إلى النظريه أسهر حالات حدوث هذا الأمر تتعس في قبول مفهوم الجزيء الأولي في الفيزياء الذى يعرف باسم "النيوترينو"، بالرعم من أن العلماء افترضوا آنداك أن الربط العرب بين حصائص بعزى إلى تلك الكينونه حال دون ملاحظتها عير أنه ما كان لهم السبب بمبدأ بقاء الطاقه لولا أنهم افترضوا وجود تلك الكينونة لقد كان من سأن التخلي عن ذلك المبدأ، الذى كان يطبق بشكل سائد وأساسي في علم الفيزياء بأسره، أن يحدث اضطرابا في معظم أرجاء ذلك العلم وفق هذا (وبالرعم من استحالة ملاحظته المرعومه أو ملاحظة أية آثار مغايره لتلك التي طرح لتفسيرها، ما يعني أن طرحه كان مناوره آدهوكيه) تمت المصادره على جزيء عير قابل للملاحظه، النيوترينو، لتفسير عور التوازن في الطاقه الملحوظ في عمليات إسعاعية بعينها (حقيقة كون النيوترينو قد اكتسف لاحقا لا تؤثر في حقيقة أنه اعتبر وقت طرحه، من قبل الكثيرين الذين قبلوه، عير قابل للملاحظه الواقع أن هذه الحالة توضح صعوبة تحديد، ما هو "قابل للملاحظة" وما ليس كذلك، في أى طور من أطوار تاريخ الفيزياء) من هذا يتبين الخلل في فرض نزعه إجرائيه متشدده تشترط أن يكون كل مفهوم علمي قابلا للتعريف إجرائيا ليست كل حدود النظريه العلميه قابله حتى للتأويل الجزئي؛ بعض منها يرتبط فحسب بحدود أخرى، بعض منها مؤول جزئيا في نسق منطقي

أن البراهيـــن نصـــاغ بحبب يتم تحنب الصعوبات الناجمة عن عقده، يظل باقيا معنا؛ عير أن العلاقة أضحت تُفهم على النحو التالي:

المـــبدأ الثاني: يمكن فحسب طرح تأويل جزئي لبعض التعبيرات، على أقل تقدير، الواردة في النظرية العلمية عبر المفردات الملاحظية.

على هدا النحو لا يكون بالمقدور، حتى من حيث المبدأ، الاسغناء عن بعض حدود المفردات النظرية؛ ثمة عناصر دلالية فى مفاهيم النظرية العلمية تتجاوز ما تعدّه الحبرة. على ذلك، ووفق ما يقره أشياع هده الرؤية، فإن هدا لا يعني العودة إلى المذهب القائل بأن للعقل البشري قدرة خاصة على تتصر الواقع تتجاوز الحبرة، إد بالإمكان، وفق قولهم، اعتبار كل معاني المفهوم عير الخبراتيه عبر موضع المفهوم في النسق المنطقي (قارن مثلا، الجزء 7 أدناه).

بـــبد أن البـــت في أمر صحة مدهب كارباب، وبطلان المـــبدأ الأول، أصـــبح أكـــثر تعقيدا بسبب مبرهنة في المنطق الرياضــــي قـــام وليام كريج بإثباتها. وفق هذه المبرهنة، إذا تم تقسيم لغة النظرية العلمية (باستثناء الحدود "المنطقية البحتة" من قبـــبل "→" و"≡" ؛ قارن الجزء 7 أدناه) إلى فئتين جامعتين لا

عناصــــر مشتركة بينهما (الحدود الملاحظية والحدود النظرية)، سوف يكون بالإمكان دوما الاستعاضة عن هذه اللغة بلغة أخرى لا تشــتمل علـــى أى حـــد من المفردات النظرية. يبدو إذن أنه بـــالمقدور في نهاية المطاف الدفاع عن المبدأ الأول (ولكن في صـــياغة معدلـــة، فالاستعاضـــة تتم عن اللغة بأسرها، لا عن تعبيرات خاصة فيها). غير أن مبرهنه كريج، كما يوضح همبل ("مأزق المنظر"، الجزء 9)، لا تنجح حقيقة في جعل ذلك المبدأ أقل منافاه للعقل. ذلك أن اللغة الجديدة، التي تحل بدلا من اللغة المشتملة على حدود نظرية، سوف تتسم بملمح غير مرغوب فيه (فضـــلا عن ملامح أخرى)؛ سوف تتضمن عددا لا متناهيا من المـــبادئ، بحيـــث تخفق فى تحقيق الغاية المتعلقة بجعل النسق الأصلي واضحا.

6.الحدود النظرية في مقابل الحدود الملاحظية: المبدأ الثالث

يتمثل أحد الدوافع الأساسية الكامنة خلف محاولة الدفاع عن تمييز بين الحدود النظريه والملاحظية في الرغبة فى تفسير كـــيف يتسنى للنظرية أن تُختبر بمعطيات الخبرة، وكيف يمكن الحكـــم بأن نظرية ما "تفسر الحقائق" بطريقة أفضل من أخرى،

أي الرغبة في طرح تحديد دقيق للفكرة، التي يكاد يجمع عليها[7]، والتي تقر أن العلوم امبيريقية "مؤسسة على الخبرة". هكذا جادل أنصـــار المبدأين الأول والثاني على النحو التالي: يمكن اختبار النظرية العلمية إذا وفقط إذا كانت تتضمن على الأقل حدودا ــ أو مكونـــات يمكـــن تمييزها في معاني بعض حدودها ــ تحتاز على معنى مستقل عن سياقها النظري عبر الإشارة إلى عناصر خبراتـــية مســـتقلة عـــن النظرية. أيضا بالمقدور المقارنة بين نظريتيـــن مختلفتين إذا وفقط إذا كانت هناك على الأقل مثل هذه الحـــدود (أو المكونـــات) التي تحتاز على معنى مشترك فيهما.

---

[7] أقول "يكاد يجمع عليها"، لأن الفلسفة الحديثة عرفت مذهبا يقر أننا إذا وظفنا العقـــل بحـــرص كـــاف، سوف نتمكن، دون الركون إلى أية خبرات، من اكتساب بعض الحقائق الأساسية المتعلقة بالكون تمكن منها أن نستق حقائق أخرى (وربما العلم بأسره) فـــي هـــذا القـــرن، قام إي أ مالن و السير آرثر ادنجتون بإحداث تعديل طفيف في هذه الفكـــرة، حيـــث أقـــرا أن النهج الامبريقي نفسه يستلزم قوانين العلم، بمعنى أنه إذا قمنا = بتحلـــيل ذلـــك المـــنهج ذاته كافية سوف يكون بالإمكان الاستغناء عنه بوصفه سبيلا للحصول على نتائج علمية هكذا يقر مالن مثلا أننا "ما أن نقوم بتحديد دقيق لكيفية وعينا بالجوانـــب الكمية من الظاهرة، حتى نصبح قادرين تلقائيا، طالما لم تعوزنا المهارة، على اشتقاق كل العلاقات القائمة بين تلك الجوانب الكمية"

[E A Milne, 'The Fundamental Concepts of Natural Philosophy," *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, LXII (1943_44), Part I, reprinted in M Munitz (ed), *Theories of the Universe* (Glencoe The Free Press,1957), pp 358_359]

وفى عياب مثل هذا المعنى المشترك، لا تتحدث النظريتان عن ذات الأشياء، ما يحول دون المفارنة بين درجة ملاءمتهما. من وجهة النظر هذه، حتى لو لم يكن التمييز بين "النظري" و"الملاحظي" دقيقا إلى حد كاف، بتعين أن يكون ثمة تداخل فى المعنى بين النظريتين، طالما رغبنا فى عقد مقارنة بينهما.

كنير من المتفكرين، حتى من قبل منهم المبدأ الباني، أصبحوا يرتابون في كون التمييز دقيقا إلى الحد الذي افترضه كثير من فلاسفة العشرينيات والثلاثينيات. إذ ما الظروف التي نكون فيها "مجرد ملاحظين" عوضا عن أن نكون "مؤولين" في ضوء النظرية؟ من جهة متطرفة، حين نصدر حكما بخصوص المسافات وفى الأحجام النسبية الظاهرية، ألا نكون قد افترضنا (ربما "بشكل غير واع") معرفة بهندسة المكان؟ هل نحن "مجرد ملاحظين" حين ننظر عبر المقراب، الذى "أُسس" على قدر هائل من المعرفة النظرية بعلم البصريات؟ (ألا نعد مثل هذه الملاحظات – بل كل الملاحظات – "مشحونة" نظريا بدرجة ما على الأقل ؟). من الجهة المتطرفة الأخرى، فيما يتعلق بالحدود التى تصنف عادة على أنها "نظرية"، ألا يقوم العلماء

"بملاحظة" الدرات والبرونونات وحنى النيوبرينوات؟ (أم تراهم يلحظــون آثارهــا فحســب؟ ولكن حتى على افتراض أنهم لا يلحظون سوى آثارها، هل يعد هدا سببا كافيا لتصنيفها بوصفها "نطــرية"؟ لعد جادل بعض الفلاسفة بأننا لا نقوم بملاحظة أية أجســام مادية، وبأن مبلغ ما تتسنى لنا ملاحظته هو الآثار التي نحدثها على حواسنا أو عقولنا). وحتى على افتراض أننا نقوم عادة بالتمييز بين اللغة الملاحظية واللغة النظرية، هل يتعلق هذا التميــيز بتحليل العلم بالطريقة المعمقة التي تعزى إليه من قبل أنصار المبدأين الأول والتانى؟ ذلك أن العالم، وفق ما يشير بيير دوهيم، لن يجيب حين يسأل بقوله مثلا إنه "يدرس تأرجح قطعة النحاس التي تحمل هده المرآة"، بل سوف يقول "إنه يقوم بقياس مقاومــة الملــف الكهربــية". بكلمات أخري، حتى عندما يقوم العلمـــاء بإقرار "ملاحظاتهم"، فإنهم لا يستخدمون ما نسميه وفق الدلالة العادية لعة "ملاحظية" بمعنى صرف، بل يستخدمون لغة تفترض أصلا قدرا كبيرا من فهم النظرية العلمية.

فـــي ضـــوء مثل هذه الاعتبارات، زعم بعض الفلاسفة المتأخريـــن أن التمييز بين الحدود الملاحظية والحدود النظرية

تميـــز في الدرجة لا في النوع، بحيث يكون في أسوأ الأحوال اعتباطيا، وفي أفضلها مجرد عرف، كون موضع الحد الفاصل يختلف مـــن شخص إلى آخر ومن سياق إلى ثان. وعلى وجه الخصـــوص، فـــإن تقريرات العالم عن ملاحظاته سوف تكون مشحونه بدرجة كبيرة بالنظريه. لهذا السبب حاول أشياع المبدأ الثانـــي في الآونة الأخيرة ، بعد أن انتبهوا إلى إمكان ألا يكون التمـــيز مطلقا، صياغة براهينهم بطريقة مستقلة عن سبل عقد ذلك التمييز (قارن مثلا ملاحظات همبل في نهاية الجزء 2 من "مأزق المنظِّر").

علـــى ذلك، ثمه من ذهب إلى أبعد من ذلك، فجادل بأن كـــل حدود النظريه العلميه "مشحونه نظريا" أو "مرتهنة نظريا" بالمعنى المتطرف التالي:

المـــبدأ الثالث: يســـتحيل (في معظم الحالات على أقل تقدير) فصل أحد مكونـــات معاني الحدود الواردة في نظريات مختلفة بحيث تكون لدى مثل هـــذه الـــنظريات ذات المفردات الملاحظية أو مفردات ملاحظية متداخلة؛ رغم إمكان أن ترد ذات الحدود في تلك النظريات المتغايرة، فإنها لا تحتاز على ذات المعاني، كون المعنى يتوقف بشكل حاسم على السياق النظري ويختلف باختلافه.

هــناك وجهـــة نظـــر نقـــارب على الأقل هدا الموقف المـــتطرف تجدها في مقالة ستيفن نولمن، حبث يؤكد أن أنواع "الظواهـــر" التي تنبر المشاكل للعالم هي تلك التى تنحرف عن نمـــط أو تواتـــر مـــتوقع. يســـمي تولمن مثل هذه الافتراضات الخاصة بما يحتاج إلى تفسبر "بمُثل النطام الطبيعي" أو "النمادج المـــثلى". بيد أن تلك "المثل" لا تقوم فحسب باخنيار أية خبرات تعد إشكالية، بل إن "الطواهر" نفسها، فيما يقر تولمن، معرَّفة من قـــبلها. هكـــدا يحدسا (في نص لا تشنمل علبه المقالة المتضمنة هنا) عن "التفاعل المستمر بين النطرية والحقيقة ــ الطريقة التي تؤســـس وفقهـــا الـــنظريات على الحقائق، وتضفى بها في ذات الوقـــت أهمية على نلك الحقائق، بل بحدد ما يعد "حقائق" أصلا نسبة إلينا."[8] أيضا فإنه يجادل بأن " الذين يعتنقون مثلا أو نماذج مُثلى مختلفة لا يكونون معنيين بذات المشاكل؛ فالحوادث التي تشكل "ظواهر" عند الواحد منهم سوف تغفل من قبل المنتمي إلى باراديم أخرى على اعتبار أنها "طبيعية تماما"."

[8] S Toulmin, *Foresight and Understanding* (Bloomington Indiana Univ Press, 1961), p 95

وثمـــة رؤية اكثر تطرفا طرحها تومس كون فى كتابه "بنـــية التورات العلمية" (The Structure of Scıentıfic Revolutıons).
يقر كون أن "النماذج المثلى"، التي تشكل الطريقة التى ينظر بها العلماء المنتمون إلى مواريث مختلفة إلى العالم، والتي ترشدهم فـــى تشـــكيل تجاربهم ونظرياتهم، "غير قابلة للقياس بالوحدات نفســـها". الـــنموذج الأمـــثل (البارادايم) يحدد ما يعتبره العالم المنتمـــي إلى موروث بعينه حقائق، كما يحدد مشاكله والمعايير التـــي يشترط استيفاؤها من قبل النظرية. كل هذه تختلف بوجه عـــام مـــن بارادايم إلى أخرى. فمثلا، على اعتبار أن الفيزياء النيوتونية (وفق ما يرى كون) مؤسسة على بارادايم تختلف عن بـــارادايم أينشتين،لا تعد نظربة أيشتين، كما يعتقد عادة، صياغة أكـــثر دقة وشمولية من الفيزياء النيوتونبة؛ ذلك أن الحدود التي تكـــون مـــن قـــبل "مكان"، "زمان"، و"كتلة" تحتاز على معاني متغايرة كلية في تينك النظريبين.

ولكـــن، إذا كانـــت معانـــي كل الحدود محددة من قبل النظرية (أو البارادايم)، بحيث تستحيل المقارنة حتى بين معاني ذات الحـــدود فـــي سياقات نظرية مختلفة، ولا يكون ثمة قاسم

مشـــترك بيـــنهما، يتعين علينا أن نتساءل، صحة الذين حاولوا الدفـــاع عن تمييز بين الحدود النظرية والحدود الملاحظية، عن كيفـــيه التوصـــيل بيـــن النظريات، وعن الكيفية التي تتشكل بها الاستعاضـــة بنظرية ما عن أخرى "تقدما" أو "تطورا". إن كون يعـــي تمامـــا هذه الصعوبة؛ ففي فقرات لا تشتمل عليها مقالته المتضـــمنة في هذه المختارات يزعم أنه عقب قيام ثورة علمية، حيـــث تحل بارادايم محل أخرى، "يطرأ تغيير على مجمل شبكة الحقيقة والنظرية"[9]. وفق هذا، "فإن أعضاء الجماعتين العلميتين، كونهـــم يمارســـون أنشطتهم في عالمين مختلفين، يرون أشياء مختلفة حين ينظرون من نفس الموضع في ذات الاتجاه"[10]. على ذلـــك، يقـــر كون "أن هذا لا يعني أنهم يستطيعون رؤية كل ما يرغبون في رؤيته. كل منهم ينظر إلى العالم، وما ينظرون إليه لم يطرأ عليه أي تغيير"[11]. غير أنه يصعب فهم كيف يتسق هذا الاســـتدراك (والتميـــيز الملمَّـــح إليه بين "الرؤية" و"النظر") مع وجهـــة نظـــره التـــي تقـــر عدم قابلية المفردات العلمية للقياس

[9] T Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago Univ of Chicago Press, 1963), p 140

[10] Ibid , p 149

[11] Ibid , p 149

بـالوحدات نفسـها، وكـيف يتسنى لكون الخلاص من السببة المتطرفة المتصمدة فى فوله "إن التنافس بين النماذج المثلى ليس صـراعا يمكن حسمه عبر الإثنات"[12]. يبدو أن استدراكه أقرب لأن يكون صياعة للإشكالية التى يتعين عليه وعلى أشياع مذهبه مواجهـتها ــ إشـكاليه كيف يمكن أن تتم المقارنة بين نظريات غير قابلة للقياس بالوحدات نفسها ــ من أن يكون حلا لها. يبدو أنه يود الحكم بأن النظرية لا تُقبل لأنها "أفضل" من غيرها، بل تعد أفضل من غيرها لأنه تم قبولها.

فـى المقـابل، يحاول تولمن الإجابة عن السؤال الذى تستثيره تلك الصعوبة: "كيف يمكن لنا أن نعرف أية افتراضات يتوجـب علينا تبنيها؟ لا ريب أن النماذج المثلى التفسرية ومثل الـنظام الطبيعـي ليست "صادقة" ولا "باطلة" بأي معنى ساذج. عوضـا عن ذلك، فإنها تذهب بنا شوطا أبعد (أو أقرب)، وتعد نظريا أكثر (أو أقل) خصوبة". ولكن ما الإنجاز الذي تؤتي هذه "الخصـوبة" ثماره؟ وصوب أية غايات نقطع بنا النظرية "شوطا أبعد" من غيرها؟ بالتوكيد لا تكون مجموعة من الافتراضات أو

[12] Ibid , p 147

المثل أفضل من أخرى بمعنى أنها تمكننا من التعامل بفعالية أكثر مع ذات الإشكاليات أو ذات الحقائق، فالإشكاليات والحقائق، وفق وجهة نظر تولمن، تختلف من مثال إلى آخر. إن تولمن، شأن كون، يخفق في توضيح الكثير بخصوص المعنى الذي يُحكم وفقه بأن نظرية ما تعد مرضية أكثر من غيرها.

هكذا نبقى في مواجهة مأزق: إما أن نقبل التمييز بين الحدود النظرية والحدود الملاحظية (في صيغة أو أخرى) أو نرفضه. إذا قبلناه، سوف نتمكن من جعل النظريات العلمية موضعا لحكم الحقائق المستقلة عنها، بيد أننا نظل في مواجهة مهمة جعل التمييز دقيقا أو تبيان كيف تتمايز العناصر التي تسمح بالمقارنة بين مختلف النظريات. إذا رفضناه، سوف نتجنب صعوباته التي لا قِبَل لأحد بإنكارها، بيد أننا سوف نواجه إشكالية تفسير كيفية عقد المقارنة بين النظريات والحكم عليها. يتوجب على هذين البديلين تخطي صعوبات كأداء لمحنا هنا إلى بعض منها. الواقع أن إحدى إشكاليات فلسفة العلم

الحاسمة في الوقت الراهن إنما تتعين في البحث عن سبيل آمن بين قرني تلك المعصلة.

7.النظريات والأنساق الاكسوماتية

تبين لنا إبان فحص إسكاليه الحدود النظرية كيف أفضى التحليل النقدى إلى تطور في الرؤى. بيد أن الانتقال من المبدأ الثاني إلى الثالث لا يسمل فحسب على تعبر فى حل إشكالية مفردة. فحلف الرؤية التي يبرها المبدأ الثالث يكمن ما يمكن اعتباره تعيرا حاسما في "الأسلوب الفلسفى"، في سبل صياغة وتناول الإشكاليات. لم يعد المنطق الرياضى عند أشياع تلك الرؤية مفتاح حل مشاكل فلسفة العلم. سوف نتمكن من تعميق فهمنا للتغير الذي طرأ على الرؤى بالقيام بمسح لقضايا أخرى تعد مركزية في نقاشات راهنة (وفى المختارات التالية).

تتعلق إحدى تلك القضايا بمدى اقتدار المنطق على الكشف عن طبيعة النظرية العلمية. تمة رؤية في النظرية العلمية تعد أساسية نسبة إلى نقاش همبل في "مأزق المنظِّر"،

وســـبة إلـــى عـــدد كبير من أعمال مفكرين يرون أن المنطق الرياصـــى أداة لفهـــم العلـــم، مفادها أن النطرية العلمية **نسق اكســـوماتي مؤول**. مفهوم النسق الاكسومابي واضح بداهة، فهو عـــبارة عـــن فـــئة من الجمل تُقبل بداية (وهي تفسم عادة إلى تعـــاريف، ومـــبادئ، ومصادرات، وإن كان هدا أمر لا يتعلق بمقصدنا)، بحيث يىم وففها إتبات حمل أخرى (مبرهنات). عير أن هـــذا المفهـــوم البيّـــن بداهه أصبح، بفصل جهود المناطفه المحدتيـــن، موضعا لتطورات غاية في الإحكام، حيث تم طرح تحلـــيل عابـــة فـــي الدقة لخصائص الحدود الوارد دكرها في المـــبادئ، وســـبل التولـــيف بيىها في جمل تشكل تلك المبادئ، ولمفهوم الاسنتباط أو الإثبات الذي يُحلص عبره إلى المبرهنات.

لتثمين هذا العمل ونطبيقاته على فلسفة العلم، يتوجب أن نفهـــم بداية ما يعنيه المناطقة بالنسق الاكسوماني **غير** المؤول. مـــتل أي شـــيء آخر، يتعين أن تتم صياغة النسق عبر لغة ما؛ حتى مفهوم اللعة يتم التعامل معه من قبل المناطقة بشكل دفيق، عـــبر مفهومهـــم في **اللغة الصورية**. دعونا نقارب هذا المفهوم عـــبر القـــياس التالـــي. المعاجم العادية تعرف الألفاظ بطريقة

دائـــرية؛ أي اننا إدا بحثنا عن معنى لفطة ما، وعن معاني كل الألفاظ المستخدمة فى تعريفها، لن نلبث أن نجد أنها تعرَّف عبر ذات اللفظة النى كنا نبحث عں معناها. هبنا وددنا الخلاص مں هـــذه الدائـــرية بـــإعداد قائمة تشتمل على عدد فليل من الألفاظ السـيطة (نسميها "**حدودا أساسية**" أو "أولية") التي نجد معانيها واضـــحة وتعد مناسبة لتعريف سائر ألفاظ المعحم (التى سميها "ألفاظا معرَّفة"). على هذا النحو يمكن، من حيث المبدأ على أقل تقديـــر، الاســـتعناء عـــن الألفـــاظ المعرَّفة، فما بمكن أن يقال باســتخدامها يمكـــں قوله بدوىها، باستعمال الحدود الأولبه. هبنا قمـــنا أيصا بسرد القواعد التي يمكن وفقها التوليف بين الحدود الأساسية لتشكيل عبارات وجمل تحتاز على معنى؛ سوف نسمي هـــذه الفواعـــد "فواعـــد نحوبـــة" أو "**قواعد الصياغة**" الحاصة بالعبارات والحمل. على هذا النحو، إذا اعتبرنا "**تفاحة**"، "**ينمو**"، "**علـــى**"، "**شجرة**" حدودا أولية في معجمنا، سوف نحاول تسكيل قواعد تكون وفقها الجملة "ينمو التفاح على أشجار" جملة "سليمة" نحويـــا، خلافـــا لـــــ "علـــى يـــنمو الأشجار التفاح". في لعات كالإنجلـــيزية، تـعيـــں إحدى الصعوبات التي سوف نواجهها في

كـــون مهمة تشكيل مثل هده القواعد غاية في التعقيد، فثمة عدد أكـــبر ممـــا يجب من التنويعات الممكنة، ولكل قاعدة ثمة عدد متكـــثر مـــن الاســـتثناءات. لهـــذا السبب، وفضلا عن محاولة الحصـــول علـــى ســـبيل لحسم قضايا من قبيل طبيعة النسق أو الـــنظرية، يـــتعامل المناطقة مع لغات مستحدثة تتسم بالملامح سالفة الذكر في قياسا، ولكن دون أن تكون معقدة.

تـــتكون **اللغة الصورية** إذن من إعداد دقيق لقائمة من **الحدود الأولية**، فضلا عن مجموعة من القيود، تطرح في شكل **قواعـــد صـــياغة** دقيقة يمكن وفقها التوليف بين هذه الحدود في **صـــياغات ســـليمة**. تشـــمل الحدود الأولية على حدود منطقية صـــرفة (مـــن قبل الرابطين "≡" و"→" ، وربما روابط مغايرة لهمـــا يمكـــن عـــبرها تعريفهما) وحدود "غير منطقية" (يمكن اعتـــبارها حدود اللغة "الملاحظية أو "النظرية"، ما لم يتم بالطبع تعريف كل الحدود النظرية). وفضلا عن الحدود الأولية، سوف تكون هناك بوجه عام حدود معرَّفه، غير أنه بالمقدور الاستغناء عنها من حيث المبدأ.

هـــده إدن لعة صورية. وفق هده المرحعية من الحدود الأولـــية وقواعد الصباعه، يتم تشكيل نسق **اكسوماتي**: فئة من الصياغات السليمة ينم اخنيارها تشكل **مبادئ** النسق. نمة قواعد تحويـــل (أو **استنباط** أو **استدلال**) محددة بطريفه دقيفه نناط بها مهمة تحديد فئة من **المبرهنات** الني يمكن اشتقاقها من المبادئ. (وفـــق الفـــياس السابق، هبنا قمنا، عقب طرح قواعد الصباغه لتشـــكيل جمـــل نحتاز نحويا على معنى، باختيار عدد قليل من الجمـــل التي اعتبرناها صادقة، تم حاولنا، وفق قواعد المنطق، اســـتقاق جمـــل صـــادقه أحرى منها. قد نكون على درجه من الحكمة نحيث نقوم باخنيار المبادئ بطريقة تضمن اشتقاق سائر الجمل الصادقة فى لعتنا).

تمـــة ملمح عايه في الأهمية اتسم به نقاشنا حتى الآن، يتعيـــن فـــى كونـــنا لم نفترض أي فهم للحدود الأوليه: نسبة للمنطقـــي، تعـــد هـــده الحدود غير مؤولة، بمعنى أنه لا حاجة لاعتـــباره احـــيارها على معنى مغاير للقيود الني فرضت على ســـبل توليفها وفق قواعد الصياغة. حتى الحدود غير المنطقية يمكـــن النعامل معها بوصفها رموزا تعوزها الدلاله تقحم وفق

قواعد بعينها في صياغات منطقية. وبالطبع، فإن كل هذا مجرد ملمـــح آخـــر لحقـــيقة كـــون المناطقة معنيين "بشكل القضايا والاستنباطات، عوضا عن "محتواها".

لهـــذا السبب، إذا رغبنا في اعتبار النظرية العلمية نسقا اكسيـــوماتيا، فـــإن مـــا لديـــنا حتى الآن مجرد هيكل لمثل هذه الـــنظرية؛ ثمـــة حاجة **لتأويل** الحدود الأولية. نسبة إلى أنصار المبدأيـــن الأول والثانـــي، إذا أغفلـــنا إشـــكالية تأويل الأوليات المنطقـــية البحتة، تتعين الإشكالية في كيفية تأويل الأوليات التي تعد "ملاحظية" والأوليات التي تعد "نظرية" (على افتراض وجود مـــثل هـــذا التمييز، وافتراض اشتمال تلك الأوليات على هذين النوعيـــن). مفـــاد رؤيته هنا لهذا التأويل هو أننا نعتبر الحدود "الملاحظية" "مفهومة مبدئيا"؛ ولأنه يجد صعوبة في محاولة فهم الحدود النظرية، فإنه يقر وجوب تأويلها عبر الحدود الملاحظية. ولإنجـــاز ذلـــك، فـــيما يضـــيف، نقوم بطرح ما يسميه "الجمل المؤولـــة" أو "القواعـــد" التي "تربط حدودا بعينها من المفردات الـــنظرية بحدود ملاحظية". على هذا النحو، نحصل على نسق

اكسوماتي مؤول، وتفهم النظرية العلمية على أنها تشكل متل هذا النسق[13].

من وجهه النطر هده، يتم رد مسألة العلاقة بين الحدود الملاحظية والحدود النظرية إلى مسألة مدى إمكان ربط الحدود النظرية بحدود ملاحطية عبر متل تلك الفواعد التأويلية. هكذا يرى كارناب على سبيل المثال أن (1) بعض الحدود النظرية لا تربط بالمفردات الملاحطية إلا بتأويلات جزئية تتم عبر جمل رد؛ (2) وبعص الحدود النظرية الأحرى لا تربط إلا بحدود نظرية معابره، عبر قواعد صباغة النسق. ثمة أيصا مفاهيم للجمل التأوبلية مغايرة لجمل الرد والتعاريف الإجرائية (بمعناها القديم) يناقش همبل (في الحزء 8) بعضا منها ("معجم كامبل"، مثلا). فى ذلك الجرء، يحاول همبل طرح تحليل عام قابل لأن

[13] يمكن، وفق ما يقترح همبل، تسكيل "نطرية (أو "نسق") عبر مؤول" حديد تتكون مبادئه من مبادئ النسق عبر المؤول، فصلا عن الفواعد التأويلية

يتوجب أن نلحظ أن ثمه اتفاقا عاما على أن الصياغات الرياضيه الخاصه بالنظرية العلميه (بقدر ما تكون غير مؤولة) قابلة لأن تصاغ عبر حدود منطقيه (طالما فهمنا "المنطق" بمعنى واسع نسبيا)

يطــبق علـــى كــل أنــواع الجمل التأويلية عبر مفهوم "النسق التأويلي".

بـــيد أن مفهوم النظرية العلمية بوصفها نسقا اكسوماتيا غـــير مؤول يننقد لكونه أضيق مما يجب، بل حتى لكونه يشوه الطبيعة الحقّة للنظريه العلمية،وهذه انتقادات سوف نعنى بتفنيلها عما قليل.

8.شبه القانونية والاشتراطات الفرضية

يشـــكل مفهوم "القانون الطبيعي"، شأن مفهوم "النظرية العلمية"، مناط جدل بين مؤلفي هذه المختارات. سوف نلمح هنا إلى إحدى المشاكل الأساسية التي تواجه أية محاولة للتعامل مع ذلك المفهوم توظف تقنيات المنطق الحديث.

وفـــق الـــرؤيه التي تركن إلى تحليل هيوم للسببية، فإن القوانيـــن مجرد تعميمات مؤسسة على ارتباط ثابت بين خبرات سـابقة بعيـــنها؛ وفـــق ذلـــك التحليل، ليس ثمة عنصر معاير "للشـــمولية"، مـــن قبـــيل "الضرورة"، تقره أية صياغة للقانون العلمـــي. الاعـــتراض الأساسي الذي يوجه باستمرار إلى هذه الـــرؤيه مفـــاده أنها تخفق في التمييز بين التعميمات العارضة

والجمـــل شـــبه الفانونـــية. (التعبير "جملة شبه فانوبية" لا يشير فحســـب إلى الفوانين، بل يشير أيصا إلى الجمل الني حسبنا أنـها قوانيـــن ثـــم اتضح بطلانـها.) فعلى سبيل المثال، يفسل التحليل الهيومي في ملاحطه أي اختلاف بين الحملتين "كل فطع السكر الموجـــودة فى هده الحجرة قابلة للدوبان فى الماء" (وهى جملة شـــبه قانونـــية) و"كـــل الأشخاص الموجودين في هده الحجرة يـــرتدون جـــوارب حضـــراء اللون" (وهي بعميم عارض أو مصادفة). سوف ينم دحض وجهة نطر هيوم، فيما يفر أصحاب هذا الاعبراض، بمحرد أن بتمكن من عفد هدا التمييز.

ولكـــن كـــيف يتســـنى أصلا عفد هدا التمييز؟ بكلمات أخـــرى، علـــى اعتـــبار أن الجمـــل شبه الفانوبية والتعميمات العارضـــة تـــتخذ الشكل "كل S هو P" (أو صياغة أكبر تركيبا لجملـــة كلـــية)، ما الخصائص الإضافية التي تمير الجمل شبه الفانونـــية عن الجمل الكلية التي ليست شبه قانونية؟ تمة اقتراح يفـــر أن القضـــايا ســـبه الفانونـــية قادرة على دعم "اشتراطات فرضية"، في حين بعجر التعميمات العارضة عن الفيام بذلك. (الاشـــتراط الفرضـــي جملة تتخذ الصباعه " لو حدثت S (الني

تخالف ما حدث)، لحدثت p". لاحظ أن هذه الجملة تتخذ صياغة افتراضية). فمثلا، الجملة "كل قطع السكر التي توضع في الماء تذوب" تدعم الجملة "لو وضعت قطعة السكر هذه في الماء (لكنها لم توضع)، لذابت". في المقابل، فإن الجملة "كل الأشخاص الموجودين في هذه الحجرة يرتدون جوارب خضراء " لا تدعم الاشتراط الفرضي المناظر، "لو كان جونز (الذي لا يوجد في هذه الحجرة) موجودا فيها، لكان مرتديا جوربا أخضر". ذلك أن تلك الجملة تتسق أيضا مع الاشتراط الفرضي "لو كان جونز في هذه الحجرة، لبطل القول بأن كل من فيها يرتدي جوربا أخضر اللون".

تكمن الإشكالية في محاولة توضيح مفهوم الاشتراط الفرضي؛ الواقع أن النجاح لم يقدر حتى الآن لأي من المحاولات التي بذلت في تحليلها. وعلى وجه الخصوص، لا سبيل لتأويلها، على الأقل بأية طريقة مباشرة، عبر المفهوم المنطقي العادي للتعبير "إذا..فـ..."، فمقدمة الاشتراط الفرضي باطلة دوما، ما يلزمنا بإقرار صدق كل الاشتراطات الفرضية حتى حال كون بعضها يناقض بعضا آخر منها. ولكن، وكما

سبق أن لاحظنا، ليس هناك تأويل معاير واضح لذلك الرابط متوفر لدينا. من جهة أخرى، فإن المحاولات التي احتفظت بالدلالة المنطقية لذلك التعبير، وحاولت الكشف عن سبيل لتحنب الصعوبات آنفة الذكر، وجدت نفسها مضطرة، في تحليلها لمفهوم الاشتراط الفرضى، إلى افتراض ذات مفهوم شبه القانونية الذي كان يفترض أن يتم تحليله بالإشارة إلى تلك الاشتراطات، ما يعنى أنها تقع في دائرة مفرغة. ثمة محاولات أخرى لتحديد الفروق التي تميز بين التعميمات شبه القانونية والتعميمات العارضة يناقشها آرثر باب في مقاله المضمن في هذه المختارات.

9.التفسير ودور النماذج

مفهوم همبل للتفسير العلمى رؤيه أخرى توضح التطبيق السائد للمنطق الرياضي على إشكاليات فلسفة العلم. التفسير عنده قد يكون استنباطيا أو إحصائيا، لكننا سوف نقتصر هنا على نقاش التفسير الاستنباطى. يقول همبل "ثمة قاسم مشترك بين حالات التفسير العلمي والتنبؤ العلمي بضربيه الفعلي (أي قبل وقوع الحدث) والبعدي (أي بعد وقوعه) يتعين في

كونهـــا تنبـــت إمكان اشتقاق الحقيقة موضع الاعتبار من حقائق أخـــرى تعقبها عبر قوانين عامة محددة". هكذا يتم تفسير الجملة E (اســـتنباطيا) إذا وفقط إذا تم اشتقاقها من مجموعة من الجمل تشـــتمل علـــى (1) فئة L من القوانين العامة، و(2) فئة C من الجمل الواقعية التي تشير إلى "شروط ابتدائية". (لاحظ أن تحليل همـــبل يرتهن بتحليل مسبق لمفهوم "القانون"، فالتفسير محتم أن يشتمل على قانون). وبالعكس، لو تم تفسير E عبر L و C، لتم التنبؤ (بعديا أو قبليا) بـــE حال الحصول على L و C (والعكس بـــالعكس). فمثلا، الجملة "الجسم الذي أضع في هذا السائل في الوقـــت t (حيث نشير t إلى وقت ماض أو حاضر أو مستقبلي) تـــذوب" نُفسَّر عبر اشتقاقها من (ويمكن التنبؤ بها قبليا أو بعديا وفق) (1) القانون العام "كل قطع السكر تذوب في الماء" و (2) جمـــل الشروط الابتدائية، "الجسم الذي أضع في هذا السائل في الوقت t قطعة سكر"، و"السائل المعني ماء".

ثمـــة اعتراضـــات عديـــدة وجهت ضد هذه الرؤية في التفســـير، حـــتى حال قصرها على التفسير العلمي وعدم الزعم بكونها تحليلا عاما لمفهوم "التفسير". تنتمي معظم الانتقادات إلى

إحدى الطوائف الثلاث التالية: (1) اعتراضات ضد التماثلية المزعومة بين التفسير والتنبؤ[14]؛ (2) اعتراضات تقر أنه ليست كل حالات الاستنباط من قوانين عامه وجمل الشروط الابتدائية تشكل تفسيرات (الواقع أن دوهيم يزعم أن النظريات الفيزيائية ليست تفسيرات إطلاقا)؛ (3) اعتراضات مفادها أنه ليست كل حالات التفسير حالات استنباط من قوانين عامة وجمل شروط ابتدائية. سوف نعتبر فحسب مثالا على هذا النمط الأخير من الاعتراضات، أعني المحاجة على وجود نوع من التفسير، يتم عبر "النماذج"، لا يمتثل لشروط همبل، على سواده في العلوم.

لا ريب أن العلماء غالبا ما يشيرون إلى تفسيرات "نماذجية". مثال ذلك تفسير القوانين الكيميائية في النسب التركيبية عبر النموذج الذري؛ تفسير توزيع الخطوط الطيفية

[14] معظم أجزاء كتاب تولمن "التكهن والتنبؤ" (Foresight and Prediction) عبارة عن هجوم ضد "الرؤية السيئة في التفسير" غير أن تولمن، في المقالة التي تشتمل عليها هذه المحاورات، أكثر عناية بتطوير رؤيته الخاصة في التفسير إنه يلفت الانتباه إلى السبل التي تحدد وفقها "مُثل النظام الطبيعي" ما يعد "عاديا" و"ظاهريا" بحيث يستدعي تفسيرا "إن سبب أو تفسير الحدث يكون موضع تساؤل (أي يصبح الحدث ظاهرة) حين يبدو أنه ينحرف عن هذا المسار المعتاد"

عـــبر نمـــودج بوهـــر الكوكبى للذرة؛ تفسير أنماط الحيود عبر الـــنموذج الموجى للضوء. ولكن هل تعد "التفسيرات" النماذجية تفســيرية حقــيقة؟ وهل تعد النماذج عناصر أساسية أصلا فى الـــنظرية العلميه؟ يقر البعض، خصوصا دوهيم، أن النماذج لا تقـــوم إلا بوظيفه سيكولوجية فى العلم: إنها دعامات ذهنيه تفيد مـــنها العقـــول الضـــعيفه فـــي محاولتها تجسيد مفاد المعادلات الرياضـــيه، التـــي تشكل جوهر العلم. إنها لا تعد "تفسيرية" إلا بمعـــنى أنهـــا تجعل مثل هذه العقول الصعبة تشعر بالألفة مع رياضيات النظرية المحكمة، التي لا تشكل النماذج نسبه إليها أية أهمية. النماذج عند دوهيم ليست حتى وصفية، فالنموذج الذرى لا يمـــثل حقـــيقة مـــا يكمن خلف مشاهد الاتحاد الكيميائي. أما بالنسبة لتحليل النظريات العلمية بوصفها أنساقا اكسوماتيه مؤوله (انظـــر أعـــلاه، الجـــزء 7)، فإنه لا يذكر النماذج حتى مجرد الذكر؛ ويستطيع نصير ذلك التحليل أن يقر على نحو متسق أنه بصـــرف النظر عن القيمه التفسيرية الحقيقية التي ينطوي عليها الـــنموذج، فإنهـــا مســـتمدة من قبل المنطق والرياضيات التي يعكســـهما النموذج، وأن النموذج بوصفه صورة متخيلة للكيفية

التـــي تكـــون عليها الأشياء حفيفة، لا "يفسر" إلا بالمعنى الدي تعوزه الأهمية المتعلق بجعل الأشياء مألوفة.

ولكـــن هـــل تمىل هذه الرؤى بشكل صحبح الدور الدي فامـــت بـــه النماذح، وربما ينعين أن تقوم به، في تطور وبنية العلـــم؟ تعـــبر مفالـــه ماري هس عن إحدى المحاولات العديده لطـــرح تفويم محكم لمحتلف معاني كلمة "نموذج" وللمهام النى يفـــوم بها في العلم. لا ريب أن لنتائج مثل هذه التحليلات علاقة وثـــيقة لـــيس فحسب بسلامة الرؤية الهمبلية للتفسير، بل أيضا بســـلامة وجهة النطر التي تقر أن النطريات العلمية تعد أنساقا اكسوماتية مؤولة.

10.الاستقراء والبساطة

إذا تـــم قـــبول التمييز بين "النظري" و"الملاحطى" وتم توصـــيحه، سوف تستثار إشكاليات أخرى تختص بكيف تتعلق الحقائق الملاحظية على وجه الضبط بقابلية الجمل العلمية للقبول أو عـــدم قابليتها له[15]. غالبا ما يقال إن الشاهد الامبريفي "يدل

[15] بحصـــوص هذه المسائل، ثمه مبادئ يمكن صياغتها ىاطر إلى حد قريب المبدأـــن الأولـــن الحاصـــن بالعلاقـــات القائمـــة ىن معاني الحدود النطرية والحدود

علـــى" (أو "يدحص") القوانين العلمية أو النظريات، كما يقال إن التدلــيل ينوقف على درجة الدعم التي تقدمها الشواهد. غير أن التأويل الدقيق لكلمة "تدليل"، وللشروط التي يؤثر الشاهد الجديد بمقتضـــاها فى درجة التدليل، فضلا عن المدى الذي يمكن وفقه قياس هذه الدرحة كميا، مسائل أبعد ما تكون عن الحسم النهائى. وعلـــى وجـــه الخصوص، نسبة إلى مسألة ما إذا كان بالإمكان قـــياس درجه التدليل كميا، ينحو تحليل مفهوم "الاحتمال" صوب شـــغل مركز الصدارة، إذ يبدو لأول وهلة أن لنا أن نفترض أن الدرجة التى يتم وفقها التدليل على الفرض العلمي تشكل احتمال صـــدقه وفـــق الشـــواهد المـــتوفرة. مقالة كارناب تناقش هذه المواضـــيع، كما تقترح تحليلات أخرى لمفهوم "الاحتمال" لا ترتـــبط بمفهـــوم "درجـــة التدليل"، بل تتعلق بما يسميه كارناب "الاحتمال$_2$" (مقالة كارناب، الجزء II).

ويذهـــب إلـــى أن الوظيفة المهمة التي تؤديها الحقائق الامبريقـــية نســـبة إلـــى القوانين والنظريات العلمية لا تتعلق

الملاحظـــيه يمكـــن أيضا أن يصاغ مبدأ (أو مجموعه من المبادئ البديله) بناطر المبدأ الثالث، غير أن هناك صعوبات خاصه يثيرها هذا الأمر

بالبدليل بل بالدحص. مفالة كوں نقد للرؤيينين التدليلية والدحضية في قبول نلك النظريات والقوانبں، فضلا عن الرؤية الإجرائيه. أيضا ثمة من برنئى (دوهيم وكون مثلا، راجع المحناراب) أنه ليســت هـــاك بجربه أو شاهد ملاحظي يعد "حاسما" في سياق دحــض أية حمله علمية مفردة ــ فهناك باستمرار بدائل منعددة يمكـــن تبيــيها فى وحه السواهد المضادة. يناظر هذا المذهب، المــتعلق باسحاله التجارب الحاسمة نسبة إلى رفض أو دحض القوايــن والـــظرياب، المدهـــب مفاده قابلية أية مجموعه من الحقـــائق الامبريقية لأں تفسر من قبل (أي يمكن أن تدل على) أكـــثر من نظرية أو قانوں (وربما عدد لا متناه منها). تثير مثل هـــذه المداهب إشكالياب أخرى؛ إدا كانت هناك أكثر من نظرية يلائـــم الحقـــائق (بحيث يدل عليها الحقائق بنفس القدر)، فكيف يتســـى التخـــير بينها؟ يركن أحد المقترحات المثيرة للحدل إلى اعتبارات "البساطه"، غير أن معنى "البساطة" الدقيق الدي يتعلق بعملـــية التخير مُشكل بدوره. مقالة رتشارد ردنر تلمح إلى عدد من مفاهيم "البساطة" المختلفة وإلى المشاكل التى تثيرها.

11.المنطق وتاريخ العلم

قمـــنا بمراجعة بعض الإشكاليات الأساسية التي تناقشها مختارانـــنا، ورأبنا على وجه الخصوص كيف حاول المفكرون، الذين يقاربون فلسفة العلم عبر توظيف المنطق الرياضي بوصفه نمودجا وأداة للتحليل، معالجة بلك الإشكاليات. وقفنا أيضا على بعـــض الانـــتقادات التي تعرضـت لها مذاهبهم. على دلك شعر بعـــض الفلاسفة أن الصعوبات التي تواجهها تلك المذاهب تنفد إلـــى أعماق أكبر غورا، كونها تنشأ عن استخدام مفرط لأفكار وتقنـــيات منطقـــية. دلك أنه يبدو ممكنا، على سبيل المثال، أن وجهـــة النظر التي تقر كون النظريات العلميه أنساقا اكسومانية مؤولـــة قـــد أعمت أبصار أتباعها عن كثير من الوظائف التي تقـــوم بهـــا تلك النظريات وتؤديها مكوناتها. الحال أن المعالجة المنطقـــيه للعلـــم إنمـــا تقتصر على تحليل النظريات التي بلغت طورا متقدما من التطور تعين عليها بلوغه قبل أن تكون جاهزه لفعل الاكسمة، ما يعني أنه تم إغفال كثير من الأسباب الوجيهة التـــى نجـــم عـــنها ذلك الطور المتقدم. جزء من مسؤولية دلك الإغفال تطال وجهة النظر – التى تمثل شعارا عند "الامبيريقية المنطقـــية" – والتي تقر أنه "ليس هناك منطق للاكتشاف". هدا

حكم صحبح وفق بعص الدلالات، إد ليس بمقدورنا أن بسنعيص بالمـــنطق عن العبقربة. غبر أنه من غير المرجح أننا لن نفيد، فى محاولتنا فهم ماهية العلم ووظائفه، من دراسة العمليات التي يـــتم عبرها اختيار البطريات والقوانين العلمية وتبقيحها إلى أن تبلغ الطور الدي نشرع عنده الامبيريقية المبطقية في معالحتها. إن هدا يفسر اهتمام كتاب من أمثال ماري هس، وكون، وبولمن (وقـــبلهم دوهيم بوقت طويل) بتاريح العلم. ذلك أنه من المتوقع أن تقـــوم دراسة دلك التاريح ليس فقط بكشف النقاب عن أسباب سيكولوحية وسوسيولوحيه "تعورها الأهمية"، بل قد تتحح أيصا فى إماطة اللثام عن أسباب وجيهة تتعلق بالتطور العلمى.

مـــره أخـــرى، حتى البظريات العلمبة التى حققت قدرا كبـــيرا مـــن التطور وتشكلت موضع عناية النهج الاكسومانى قد يســـاء تناولها حين ينظر إليها بوصفها مجرد أنساق اكسومانية مؤولـــة. ذلـــك أن المـــناطقة يـــتعاملون مع البطريات العلمية ومكوناتهـــا علـــى اعتبار أنها ستاتيكية جامدة ومؤوله في أطر منطقـــية. عير أنه قد تكون هناك وظائف أكثر "ديناميكية" يبرع ذلـــك الـــنهج نحو التغاصي عنها. هكذا تقترح هس أن النمادج

نوظف عبر التطور التاريحي للعلم بحيث تقترح للعلماء سبلا جديدة للبحث، كما يزعم نولمن وكوں أن "مُثل النظام الطبيعي" أو "النمادج المتلى" تقوم بدور ليس فقط في تحديد نوع المساكل التي نستتنر اهتمام العلماء، بل حتى في تحديد معايير لحلها ولطبيعة الحقائق التي يداولها العلم.

الأسوأ من ذلك، وفق رؤية أولئك النقاد، حتى حين يقوم النهج الاكسوماتي بلفت الانتباه إلى بعض العلاقات القائمة بين النظريات العلمية ومكوناتها، قد يكون قام بطرح صورة مشوهة عن طبيعه تلك الإنجازات. هكذا يقر كون، في معرض نقده للرؤى الإجرائية، والتحققية، والدحضية، في قبول ورفض النظرية العلمية، أنها أساءت تأويل الدور الذي تقوم به الحقيقة التجريبية في العلم. في الآونة الأخيرة، شرع بعض أنصار النهج "الامبيريقي المنطقي" في الاعتراف بأن معالجتهم للنظرية العلمية مجرد وصف لأوضاع "مثالية"؛ بيد أن هذا يتضمن فيما يبدو إقرارا مفاده أن ما نحتاجه هو فحص الفروق التي تميز النظريات العلمية عن الأنساق المؤولة، فضلا عن السبل التى أثر بها إغفال تلك **الفروق** بشكل سلبي فى بعض تأويلات العلم.

لفد شعر عدد كبير من النقاد بأن التركيز على الجوانب المنطفـــية قد جعل كثيرا من النفاشات الامبيريفية المنطفية تبدو غريـــبة عـــن العلـــم. الصفحات تلو الأخرى فد تهدر دون دكر وجهـــات نظر علمبه، (إدا لا يفترض أن أولئك الفلاسفه معنيون أساســـا بأيـــة وجهات نظر علمية فعلية)، وحين يأتي دكرها في نهاية المطاف، فإنها تسرد بوصفها أمثلة توضح، وفق ما يستبان مـــن الـــنقاش، نـــتائج تـــم الخلاص إليها عبر براهين المنطق الرياضـــي الاصـــطلاحية الصـــرفة، عوضا عن فحص حالات علمية عينية. لا غرو إدن أن تكون تلك النفاشات موضع ريبة. هكذا تنامى استشعار الحاجة إلى فحص أكثر دقة للتطور العلمي والممارســـة العلمـــية الفعليـــن، وللمهام التي تقوم بها الحدود والجمل عبر استخدامها الواقعي في العلم، وللجوانب التي تتغير فـــيها تلك الوظائف أو تبقى على حالها إبان تطور هدا النشاط. إن هـــذا إنمـــا يعنـــي عودة إلى فحص "محتوى" العلم، ومعاينة السبل التي يكون فيها استخدام حدود من قبيل "المكان"، والزمان والتفســـير والســـبب"، و"القـــانون"، التي تستعمل فى النظريات العلمـــية أو فـــي الحديـــث عنها، متشابها أو مختلفا في سياقات

محـــتلفه، فصلا عن التعرف على الكيفيه التى تتشابه وفقها تلك الاســـتخدامات، أو تختلف، مع استخدامات الحدود المناظرة في سياقات (غير علمية) أكثر عادية[16].

ومـــن المؤكـــد أنـــه حـــتى إذا اتضـــحت صـــحة هذه الافتراضـــات، فإنـــه ينوجب ألا نعتبر نصحا بالتخلى كلية عن مشاكل ومناهج ونتائج النهج الامبيريقي المنطقي بوصفها عديمة الجـــدوى. لقـــد تمكـــن أولئك الفلاسفة، كما أوضحنا، من جعل الكثـــير من القضايا دقيقة إلى حد ملفت للنظر، كما أنه يصعب العـــثور علـــى بدائـــل واعدة لتأويلاتهم. ليس ثمة ضمان يكفل التخلص من كل الصعوبات التي واجهتهم، أو من أى منها، عبر تجـــاوز استخدام التقنيات المنطقيه بالطرق سالفة الذكر. ببد أن ثمـــه آمـــالا أكـــبر تنعقد على اقتدار مثل هذه المناهج الجديدة

---

[16] يبوحـــب ألا نفـــترض أن فلسفـــه العلم في القرن العشرين، حتى ضمن المـــوروث الامبيريقي المنطقي، لم تعرف مثل هذا النوع من الفحص ثمه جدل بصنف عـــاده بأنه "فلسفي" أثير فيما يتعلق بقضايا "المحتوى" – مناهج ونتائج علوم خاصه (مثل النســـبيه، ميكانيكا الكم، والتحليل النفسي) غير أن هذا الجدل كان يسيطر عليه نهج يركز على التحليل المنطقي ويتجاوز صوب إغفال التطور التاريخي

والأكثر رحابة على الكشف على أقل تقدير عن سمات يسم بها العلم يبدو أن المعالجة المنطقية قد عملت على التغاضي عنها.

الجزء الأول

مقاربات منطقية

مأزق المنظِّر: دراسة في منطق تشكيل النظرية[17]

كارل همبل

درس كارل ح همبل في حوسحس، هايدلبرح، فيبا، وبرلس، حسب حصل على درجة الدكتوراه عام 1934. قام بالتدريس في شيكاحو، كلية المدينة في نيويورك، كلية الملكات، ييل، وهارفارد، وهو الآن أستاذ كرسي سستوارت للفلسفة في حامعة برنستون من ضمن أهم أعماله بذكر

[17] From Carl G Hempel, ' The Theoretical Dilemma" in Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Vol III, edited by H Feigl Michael Scriven, and Grover Maxwell, pp 37-47, 67-78, 87 University of Minnesola press Copyright 1958 by the University of Minnesota

"أسس سكل المفاهيم فى العلم الامبريقي"، دراسات في منطق الدليل"، التفسير الناموسي_الاستنباطي في مقابل التفسير الإحصائي"،كما قام صحبه بول اوبنهايم) بتأليف مبحث تحت عنوان "دراسات في منطق التفسير".

Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science,, "Studies in the Logic of Confirmation" (Mind, 1945), "Deductive-Nomological vs Statistical Explanation" (Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Vol III, edited by H Feigl and G Maxwell), and (with Paul Oppenheim) "Studies in the Logic of Explanation") Philosophy of Science, 1948)

1.الأنسقة الاستنباطية والأنسقة الاستقرائية

ثمة قاسم مشترك بين حالات التفسير العلمي والتنبؤ العلمي (بضربيه القبلي والبعدي) يتعين في كونها تثبت إمكان اشتقاق الحقيقة موضع الاعتبار من حقائق أخرى نعينها عبر قوانين عامة محددة. في أبسط الحالات يمكن صياغة هذا النوع من البرهنة بوصفه استدلالا استنباطيا على النحو التالي:

$C_1, C_2 \ldots C_k$
$L_1, L_2 \ldots L_r$

E

حيث $C_1, C_2 \ldots C_k$ جمل تقر وقائع بعينها (مواضع ورحوم أجسام سماوية بعينها في وقت محدد مثلا)، و $L_1, L_2 \ldots L_r$ قوانين عامة (مثل قوانين الميكانيكا النيوتونية)، وأخيرا، E جمله تقر ما يتم تفسيره أو التنبؤ به قبليا أو بعديا. وبالطبع، فإن هذا البرهان لا يحقق غايته المقصودة إلا إذا كانت نتيجته E مستلزمة استنباطيا من المقدمات

سوف نستخدم التعبير السائد "أنسقة (استنباطية)" للإشارة إلى هذه الأنماط الثلاثة من الإجراءات العلمية. بكلمات أدق، سوف نستعمل هذا التعبير للإشارة إلى أي برهان يتخذ الصياغة (1.1) ويستوفي الشروط الآنفة الذكر، بصرف النظر عما إذا كان وظف في التفسير أو التنبؤ القبلي أو البعدي. أيضا سوف نستخدمه للإشارة إلى الإجراء المتعلق بإثبات براهين من النوع الذي يتخذ تلك الصياغة.

لم نعن حتى الآن إلا بحالات التفسير والتنبؤ والإجراءات التي يمكن اعتبارها براهين استنباطية. غير أن هناك حالات كثيرة للتفسير والتنبؤ لا تنتمي إلى النمط الاستنباطي بمعناه الدقيق. فمثلا، حين يصاب جوني بالحصباء،

قد تفسر إصابته بالإشارة إلى أنه أخذ عدواها من أخته التي شفيت لتوها منها. الوقائع الابتدائية الخاصة بهذا السياق تتعين في تعرض جوني لذلك المرض، فضلا عن كونه، فيما سوف نفترض، لم يصب بالحصباء في أي وقت مضى. بيد أننا لا نستطيع، لربط تينك الحقيقتين بالحقيقة المراد تفسيرها، طرح قانون عام مفاده أن الحصباء تنتقل بشكل ثابت، في الظروف التي تم تحديدها، إلى الشخص الذي يتعرض لها. الواقع أن مبلغ ما يتسنى لنا تقريره هو كون احتمال انتقالها عاليا (وفق المعنى المراد من التكرار الإحصائي). وكذا الشأن نسبة إلى التنبؤ (بنوعيه) بحدوث إصابة بذلك المرض

تختلف هذه التفسيرات والتنبؤات عن سالفتها في أمرين مهمين: القوانين المستثارة تنتمي إلى نمط مخالف، والجمل المقصود إثباتها ليست مستلزمة استنباطيا من الجمل التفسيرية المطروحة. سوف نعنى بهذين الأمرين على نحو أكثر تفصيلا.

القوانين المشار إليها فيما يخص الصياغة (1.1)، قوانين الميكانيكا النيوتونية على سبيل المثال، تتخذ **شكلا كليا** أو تعد **جملا كلية بالمعنى الدقيق**. الجملة منها إقرار، قد يصدق أو

يبطل، مفاده أن كل الحالات التي تستوفى شروطا محددة بعينها سوف تختص دون استثناء بخصائص أخرى

كـــي نختصـــر النقاش، نقول إن الجملة الكلية تتخذ فى أبســـط صورها الصياغة "كل حالات P حالات لـــ Q"، في حين نـــتحد الجملة الإحصائية الاحتمالية في أبسط صورها الصياعة "احـــتمال أن تكـــون كل حالات P حالات لـــ Q هو r". وبينما تســـتلزم الأولى إقرارا يتعلق بكل حالة من حالات P، مفاده أنـها حالـــة مـــن حـــالات Q، فإن التانية لا تستلزم إقرارا حول كل حـــالات P، بـــل إنهـــا لا تسنلزم حتى إقرار بخصوص أية فئة متناهية من تلك الحالات. الخاصية المميزة التايية تلزم عن هذا الوضـــع. الجملـــة E التي تصف حدثا يشكل موضعا للتفسير أو التـــبؤ (مـــثال إصابة جوني بالحصباء) ليست قابلة لأن تستنبط استنباطيا من الجمل التفسيرية المطروحة (مثال تعرض جوني للحصباء وعدم تعرضه مسبقا لها، والقانون الدي يقر أن احتمال إصابة من لم تسبق له الإصابة بهذا المرض هو 0.92). عوضا عـــن ذلـــك، وعلى افتراض صدق الجمل التفسيرية المطروحة، فإن ما يمكن اشتقاقه هو أنه من المرجح أن تصدق E، رغم أن

صدقها ليس يقينيا. لهذا السبب لا يعد هذا البرهان استنباطيا بل استقرائيا. إنه يستدعي قبول E تأسيسا على حمل أخرى لا تشكل ســوى أساس جزئى، رغم أنها تشكل دعما قويا، لصحتها. مثل هـــدا البرهان، بصرف النظر عن الغاية من استخدامه (تفسيريه كانـــت أم تنبئية أو خلاف ذلك) يسمى **أنسقة استقرائية**. وعلى وجه الخصوص، سوف نفترض بخصوص مثل هذه الأنسقة أن النتـــيجه لا تلزم منطقيا من المقدمات. وعلى نحو مماثل، سوف نســتخدم هذا التعبير للإشارة إلى الإجراء المتعلق بدعم براهين من هدا القبيل

ثمـــة قاسم مشترك بين كل حالات الأنسقة العلمية سالفة الذكـــر، يتعيـــن في كونها تستخدم قوانين أو مبادئ عامة ذات صياغة كلية أو إحصائية. توظف هذه القوانين في تعزيز روابط منـــتظمة بيـــن حقـــائق امبيريقـــية يتسنى عبرها اشتقاق بعض الحـــوادث الامبيريقـــية، بغـــية التفسير أو التنبؤ، من مثل تلك الحقائق. حين نقر في معرض التفسير أن الحدث الذي تصفه E "يســـبب" توفر الظروف التي تفصل $C_1,C_2...C_k$ في أمرها، فإن هذه العبارة تحتاز على أهمية طالما أُولت على اعتبار أنها تشير

إلـــى قوانيـــن عامـــة تحعل $C_1,C_2...C_k$ منعلقة بـــ E، بمعنى أن $C_1,C_2...C_k$ (علـــى فـــرض صـــحتها) تحـــتم يفيـــنا صـــدق E (كمـــا في حال الأنسقة الاستنباطية) أو تجعله محتملا استقرائيا (كمـــا هو الحال في الأنسقة الاستقرائية). هذا على وجه الضبط مـــا يحعـــل عملـــية تعربـــر قوانين عامة أمرا مهما فى العلوم الامبيريقية.

2.الكينونات الملاحظية والكينونات النظرية

تستهدف الأنسقة العلمية في نهاية المطاف دعم الانتظام التفسيـــري والتنبئـــي صمن معطيات الخبرة العابة في التعقيد، ايالظواهـــر التي يمكن "ملاحظتها" مباشرة من قبلنا. لذا فإنه من الملفت للنظر أن التقدم الهائل الذي تم إحرازه في الأنسقة العلمية لـــم ينجز عبر قوانين تشير صراحة إلى ما **يمكن ملاحظته**، أي إلى أشياء احداث يمكن التحقق منها عبر الملاحظة المباشرة، بل عبر قوانين تتحدث عن مختلف **الكينونات الفرضية** أو **النظرية**، أي أشياء وحوادث وخصائص مفترضة لا يمكن لنا إدراكها أو ملاحظتها بطريقة مباشرة أو بأية طريقة أخرى.

للتفصـــيل في هذا الأمر، من المفيد أن نشير إلى تمييز نألفه بين مستويين من مستويات الأنسقة العلمية، مستوى **التعميم الامبيريقـــي**، ومســـتوى تشكيل النظرية. عادة ما تنتمي مراحل تطـــور المحال العلمي المبكرة إلى المستوى الأول، الدي يتميز بالبحـــث عـــن قوانيـــن كلية أو احتمالية تدعم قيام روابط بين الجوانـــب الملاحظة مباشرة من موصوع الدراسة. أما المراحل الأكـــثر تطـــورا فتنتمي إلى المستوى الثاني، حيث يتغي البحث الحصـــول علـــى قوانين شمولية، عبر كينونات فرضية، تفسر الـــتواترات التى سلف دعمها في المستوى الأول. في المستوى الأول نجـــد تعميمات مادية يومية من قبيل "حينما يوجد ضوء، ثمة حرارة"، "يصدأ النحاس في الهواء الرطب"، و"يطفو الخشب فـــوق المـــاء ويغـــوص الـــنحاس فيه"؛ لكننا قد نعرو إلى هذا المســـتوى قوانين كمية أكثر دقة من فبيل قوابين جاليلو، وكبلر، وهـــوك، وسنيل، فضلا عن تعميمات تتعلق بالحيوان أو النبات تحتص بارتباطات ملازمة لخصائص تشريحية ومادية ووظيفية وخلافهـــا تستبان في الفصيلة موضع البحت؛ كما نجد تعميمات فـــي علم النفس تفر ارتباطات بين جوانب ملاحطية مختلفة من

عمليات التعلم والإدراك وغيرها وتعميمات وصفية مختلفة في علوم الاقتصاد والاجتماع والإنسان وكل هذه التعميمات سواء اكانت كلية أم إحصائية تستهدف التعبير عن ارتباطات منتظمة بين الظواهر الملاحظة مباشرة، بحيث تكون مهيأة للتوظيف التفسيري والتنبئى.

في المستوى الثاني نصادف جملا عامه تشير إلى مجالات كهربية أو مغناطيسة أو جاذبية، وأخرى تسير إلى الجزيئات والذرات ومختلف الحسيمات دون الذرية، فضلا عن الأنا، الإد، الأنا الأعلى، الليبدو، التسامي، التثبيت، التحويل، أو تسير إلى مختلف الكينونات غير القابلة للملاحظة التي تثار في نظربات التعلم الحديثة.

سوف نفترض وفق هذا التمييز أن مفردات العلم الطبيعي (ما بعد المنطقية) تنقسم إلى فئتين: **حدود ملاحظية وأخرى نظرية**. في حالة الحد الملاحظي، يمكن في ظروف مناسبة أن نقرر وفق الملاحظة المباشرة ما إدا كان يسري على موقف بعينه. بالمقدور تفسير الملاحظة هنا بشكل واسع بحيث لا تشتمل فحسب على الإدراك بل تتضمن أيضا الإحساس

والاســبطان. ولنا أيضا فصرها على إدراك ما يمكن من حبث المــبدأ البحقق منه علنيا، بحيت يكون قابلا لأن يدرك بواسطة الآحرين. عبر أن النفاش التالي لن يرتهن بسعة المدى الدي يتم عبره تأويل الملاحظة

فــى المفابل، عادة ما تستهدف الحدود النظرية الإشارة إلى كينونات عير قابلة لأن تلحظ مباشرة، وهى توظف بطريفة ســوف بناقشــها فــي النظرياب العلمية التي تعمل على تفسير تعميمات اميريفية.

بيّن أن تحديد ذينك النوعين من المفردات يظل غامضا، كوبه لا يطرح معيارا دقيقا يمكن عبره حسم أو تصنيف كل حد علمــى بوصــفه ملاحظيا أو نظريا. بيد أنه لا مدعاة لمنل هدا المعــيار الدفــيق، فالمســائل البي بفحصها في هذه الدراسة لا تــتوقف علــى الموضــع الذي يتم فيه على وجه الضبط رسم الحدود الفاصلة بين الحدود الملاحظية والمفردات النظرية..

3.ما الحاجة إلى حدود نظرية؟

يثير اسبخدام الحدود البطرية في العلم إشكالية معفدة: ما الــدي يجعل العلم يركن إلى كبنونات فرضية طالما أنه معني

ىدعـــم ارتباطات تنبئية وتفسيرية بين أشياء فابلة للملاحظة؟ أما كـــان يكفي لتحفيق مقاصد العلم أن نبحث عن نسق من القوانبن العامـــة لا يأتـــي على ذكر سوى ما يمكن ملاحظته، بحيث يتم التعبـــير عنه بمفردات ملاحطية صرفة؟ أليس في هدا نوع من الاقتصاد؟

الواقع أنه تمت صياغة الكثير من الجمل العامة عبر ما يمكن ملاحظته، وهي تشكل التعميمات الامبيريقية سالفة الدكر. بـــيد أن المحـــير هو أن كتيرا منها، إن لم تكن كلها، تعاني من قصور محدد: فعادة ما يكون محال التطبيق ضيقا نسبيا، وحتى ضمن هذا المجال الضيق، ثمة استثناءات تواحهها، ما يعني أنها ليســـت جملا عامة صادقة. اعتبر مثلا واحدا من أمثلتنا السابقة على التعميم الامبيريقي:

(3.1) يطفو الخشب فوق الماء ويعوص النحاس فيه.

مجـــال هـــدا الجملـــة ضيق، كونها تشير فحسب إلى الأجسام الخشبية والنحاسية ولا تعنى إلا بسلوكها الطفوي نسبة إلى الماء وحـــده. الأهـــم مـــن ذلك هو أن لها استثناءات، فثمة أنواع من

الخشــب تغــوص في الماء، كما أن النحاس المجوف ذا الأبعاد المناسبة يطفو على الماء.

يوضــح تاريخ العلم أنه غالبا ما يكون بالمقدور إصلاح مثل هذا الخلل بأن تعزى إلى الظواهر موضع الدراسة مكونات أو خصائص، ترتبط بطرق محددة بجوانب من موضوع البحث يمكــن ملاحظــتها، ويمكــن من دعم ارتباطات نسقية بين هذه الجوانب. كمثال، نسلم بإمعانه في التبسيط، اعتبر الجملة (3.1). يمكــن الحصول على تعميم أفضل عبر مفهوم ثقل الجسم (x) النوعي القابل للتعريف بوصفه حاصل قسمة وزنه على حجمه:

$$(3.2) \quad s(x) = w(x) / v(x).$$

دعونا نفترض أنه قد تم تحديد كل من w,v إجرائيا، أي عبر نتاجات ملاحظية ناجمة عن القيام بإجراءات قياسية محددة، بحيث يعدان ضمن الأشياء القابلة للملاحظة. هكذا يمكن اعتبار (s)، وفــق تحديد (3.2)، خاصية أقل قابلية للملاحظة المباشرة. (s)، وبغية الحصول على مثال توضيحي بسيط، سوف نصنف(s) باعتــبارها كيــنونة فرضيه، ونسبة إليها نستطيع إقرار التعميم التالي الذي يعد نتيجة لازمة عن مبدأ أرشميدس:

(3.3) يطفو الجسم فوق السائل إذا كان ثقله النوعي أقل من ثقل السائل النوعي.

تتجنب هذه الجملة كل الاستثناءات التي تدحض (3.1)، فهـي تتنـبأ بشكل صحيح بسلوك قطع الخشب الثقيلة والكرات النحاسـية المجوفـة. فضلا عن ذلك، فإن مجالها أوسع، كونها تشـير إلـى كل أنواع الأجسام الصلبة وتعنى بسلوكها الطفوي نسـبة إلـى كل السوائل. غير أن هذا التعميم الجديد يعاني من بعـض القصور، ما يستدعي المزيد من التعديل. ولكن عوضا عن مواصلة هذا الأمر، دعونا نفحص بشكل أدق الطريقة التي يتم عبرها الحصول على ربط نسقي ضمن الأشياء الملاحظية، فـي مثالـنا عـبر القانون (3.3) الذي يتضمن أخذ سبيل غير مباشرة (عطفه) تمر بمجال ما لا يقبل الملاحظة.

هبـنا وددنا التنبؤ بما إذا كان جسم بعينه b سوف يطفو فوق السائل l. يتعين بداية التحقق إجرائيا من وزنهما وحجمهما. هبنا أيضا قد عبرنا عن هذه القياسات بالجمل الأربع التالية:

(3.4) O_1 $w(b) = w_1$

O_2 $v(b) = v_1$

O_3 $w(l) = w_2$

O_4 $v(l) = v_2$

حيـــث w_1,w_2,v_1,v_2 أعـــداد حقيقـــية إيجابية بعينها. نستطيع وفق الـــتعريف (3.2) أن نشتق من (3.4) الثقل النوعي الخاص بكل من b,l:

$$s(b) = w_1 / v_1 \qquad (3.5)$$
$$s(l) = w_2 / v_2$$

هـــب أن القـــيمة الأولى أصغر من الثانية، ما يعني أن (3.4) تســـتلزم عبر (3.5) الجملة (3.6) التي تقر أن s(b) أصغر من s(l). باســـتخدام القانون (3.3) نستطيع الآن اشتقاق (3.7) التي تقر أن b تطفو على سطحl. سوف نرمز إلى هذه الجملة الأخيرة بالرمز O_5. هكذا يتضح أن يتم التعبير عن الجمل O_1 _ O_5 بحدود تنتمـــي فحســـب إلـــى مفردات ملاحظية. ذلك أن 'v', 'w'، كما افترضـــنا، حدود ملاحظية، وكذا شان 'b','l' اللتين تشيران إلى أجســـام يمكـــن ملاحظتها. وأخيرا، فإن التعبير "يطفو فوق" حد ملاحظي أو بالمقدور أن نلحظ مباشرة في الظروف المناسبة ما إذا كـــان الجســـم الملاحظي المعطى يطفو فوق سائل ملاحظي معطى آخر. في المقابل، فإن الجمل (3.2)، (3.3)، (3.5)، و(3.6) تشتمل على حدود تنتمي في مثالنا إلى المفردات النظرية.

الـــتحويلات المنطمة من "المعطيات الملاحظية" الواردة فـــى (3.4) إلى التنبؤ (3.7) بظاهرة يمكن ملاحظتها مبنة في الشكل التالى:

$$
\begin{array}{lll}
O_1 & & \\
 & \rightarrow \ s(b) = v_1/w_1 & \\
O_2 & & \\
 & & \rightarrow \ s(b) \,\square\, s(l) \rightarrow O_5 \\
O_3 & & \\
 & \rightarrow \ s(l) = v_2/w_2 & \\
O_4 & &
\end{array}
$$

التنبؤ عبر ما يمكن ملاحظته	ارتباط منتظم يتم عبر حمل تشير إلى ما لا يقبل الملاحظة	المعطيات موصوفة عبر ما يمكن ملاحظته

(الأســـهم فى هذا الشكل تمثل استدلالات استنباطية. حين يشار فوق السهم إلى جملة ما، فهذا يعني أن الاستنباط يتم عبرها، أي أن النتيجة الواردة على اليمين تلزم منطقيا عن المقدمات الواردة علـــى الشمال موصولة بالجملة المذكورة فوق السهم.) لاحظ أن الـــبرهان المطروح يوضح الصياغة (1.1)، حيث $O_1_O_4$ جمل خاصـــة بحقائق بعينها. وحيث تقر (3.2) و(3.3) قوانين عامة،

في حين تقر O_5 الجملة E المراد تفسيرها أو التنبؤ بها. على هدا النحو يوظف افتراض كينونات لا ملاحظية في تحقيق غاية الأنسقة. إنه يوفر ارتباطات بين ما يمكن ملاحظته فى شكل قوانين تشتمل على حدود نظرية، وهذه العطفة التي تمر عبر كينونات فرضية تحقق غايات إيجابية سلف ذكرها.

غير أن قليلا من إعمال الفكر يبين أن الكسب الذي تم تحقيقه بتلك العطفة يمكن تحقيقه دون ركون إلى استعمال أي حد نظري. الواقع أنه بالمقدور باستخدام التعريف (3.2) إعادة صياغة القانون (3.3) على النحو التالي:

(37) يطفو الجسم الصلب فوق السائل إدا كان ناتج قسمة وزنه على حجمه أقل من الناتج المناظر نسبة إلى السائل.

إن هذا البديل يظل يحافظ على المميزات التي اكتشفناها في (3.3)، والتي جعلتنا نفضلها على التعميم الفج (3.1). وبالطبع، فإنه يسمح بالانتقال الاستنباطي من $O_1_O_4$ إلى O_5 بقدر ما تسمح به (3.3) حال وصلها مع (3.2).

من شأن هذا أن يثير السؤال ما إدا كانت الأنسقة، تحققها مبادئ عامة تتضمن ضرورة حدودا نظرية، قابلة

باســتمرار لأن تسنسخ عبر جمل عامة معبر عنها كلية بحدود ملاحظــية. للإعــداد لفحــص هذه الإشكالية المهمة، يتعين أن نقــترب أكثر من شكل النظرية العلمية والوظائف التي تسهم في أدائها.

4.بنية النظرية العلمية وتأويلها

مــن منظور صوري، يمكن اعتبار النظرية العلمية فئة مــن الجمــل التــي يعبر عنها بمفردات محددة. فالمفردات V_T الخاصــة بالنظريه T حدود ما بعد منطقية، بمعنى أنها لا تنتمى إلى مفردات المنطق البحت. عادة ما يتم تعريف بعض حدود V عــبر حــدود أخرى تنتمى إليها، غير أن هذا، درءا للوقوع في حلقــة مفــرغة، لا يســري على كل حدودها. هكذا نستطيع أن نفــترض أن V مقسمة إلى جزأين، **حدود أولية** لا تعريف لها، **وحــدود معرَّفة**. وعلى نحو مماثل، يمكن اشتقاق كثير من جمل الــنظرية من الجمل أخرى باستخدام مبادئ المنطق الاستنباطي (فضــلا عن تعاريف الحدود المعرَّفة)، لكن هذا لا يسري على كــل جمل النظرية، وإلا لوقعنا في حلقة مفرغة أو متراجعة لا متناهــية. يمكــن إذن تفســيم الجمــل التي تقرها T إلى فئتين

جزئتيـــن، **الجمـــل الأولـــية** (المصادرات أو المبادئ) **والجمل المشـــتقة** (أو المبرهنات). سوف نفرض أن النظريات تصاغ فـــي شكل أنساق اكسومانية توصف هنا عبر قائمة تتكون بدايه مـــن الحدود الأولية والحدود المشتقة وتعاريف الحدود المشتقة، ثـــم المصادرات. أيضا سوف نفترض أن النظرية تصاغ ضمن إطـــار إســـادي لغـــوي ذي بنية منطقية بعينها تقوم على وجه الخصوص بتحديد قواعد الاسدلال الاستنباطي

مـــا أن يتم تحديد الحدود الأولية والمصادرات الخاصه بالنســـق الاكسوماتي، حتى يتسنى إثبات المبرهنات (أي اشتقاق حمل أخرى من الجمل الأولية) عبر قوانين المنطق الاستنباطي الصـــورية الصـــرفة، دون إشـــارة إلى معاني الحدود والحمل المســـتخدمة. الواقـــع أنـــه لا حاجة لتحديد معاني تعبيرات هذا النسق، أولية كانت أم مشتقة.

غـــير أنـــه لا سبيل لتوظيف النسق الاستنباطي بوصفه نظـــرية في العلم الطبيعي ما لم يتم **تأويله** بالإشارة إلى ظواهر امبيريقـــية. لنا أن ننظر إلى مثل هذا التأويل على اعتبار أنه يتم عبر تحديد مجموعة من **الجمل التأويلية** التي تربط حدودا بعينها

مـــن المفـــردات النظرية بحدود ملاحظيه. سوف نقوم بفحص حصـــائص هذه الجمل بالتفصيل في الأجزاء التالية، وحسبنا هنا أن نشير كمثال إلى أنه بمقدور الجمل التأويلية أن تتحذ صياغة مـــا يعـــرف بالتعاريف الإجرائية، أي الجمل التي تحدد معاني الحـــدود الـــنظرية بمســـاعدة حـــدود ملاحظية. من ضمن هذه الـــتعاريف قواعـــد تحـــتاز على أهمية خاصة توظف في قياس المفاديـــر النظرية، وذلك بالإشارة إلى استجابات ملاحظية تقوم بعرضها أدوات قياسية أو مؤشرات أخرى

5. مأزق المنظر :

يثـــير هذا التصور لوظيفة النظرية ذات الإشكالية التي ســـبق أن واجهنا في الجزء الثالث، عنيت ما إذا كان بالمقدور تجنـــب العطفـــة الـــنظرية التي تمر عبر مجال أشياء وحوادث وخصائص لا تلحظ مباشرة. هب مثلا، وكما يحدث في الغالب، أن الجمـــل التأويلـــية والقوانين التي تقرها النظرية مصاغة في شـــكل معـــادلات تـــربط تعـــيرات بعينها، عبر مفادير نظرية، بتعبيرات أخرى من ذات القبيل أو بتعبيرات تصاغ عبر مقادير ملاحظـــية. هـــنا نســـتطيع أن نعبر عن الإشكالية بطريقة هلّ

المحـــنزلة: "إذا اســـتطعت تأمبـــن ربط معادلي يمتد نطاقه من الظروف الملاحظية الابتدائية عبر الطروف الملاحظية اللاحقة، فلماذا نقوم، رغم أنه لا ضرر مؤكدا ينجم عن قيامنا، باستخدام عدة معادلات طالما أن معادلة واحدة تكفي؟".[18]

يمكـــن وصـــف النتيجة التى نخلص إليها هذه المحاجة **بمفارقـــة التنظير**. إبها نفر أنه إدا كانت الحدود والمبادئ العامة المـــتعلقة بالـــنظرية تـــؤدي مفاصـــدها، بحيث تنجح في دعم ارتـــباطات محددة الظواهر الملاحظية، فإنه بالمقدور الاستغناء عـــنها، إذ سوف يكون بالإمكان الاستعاضة عن أية سلسلة من القوانيـــن والجمـــل التأويلية التي تدعم هذه الارتباطات بقانون يـــربط مباشـــرة بيـــن الطروف الملاحظية الابتدائية بالطروف الملاحظية اللاحقة.

بإضـــافة جملتين صادقتين بداهة إلى هذا المبدأ الحاسم، نحصـــل علـــى محاجة تتخذ شكل المأزق (أو برهان المعضلة) التقليدي:

[18] C L Hull, "The Problem of Intervening Variables in Molar Behavior Theory", *Psychological Review*, Vol 50 (1943), p 284 Reprinted in M H Marx (ed), *Psychological Theory* The Macmillan Company, N Y , 1951

(5.1) إدا كانـــت حدود ومبادئ النظرية تحقق أهدافها، فهـــي كما أوضحنا ليست ضروربة، وإدا عجزت عن دلك، فلا ريـــب أنها ليست صرورية أيضا. لكن حدود ومبادئ أية نظرية إما تحقق أهدافها أو تعجز عن تحقيقها، ولذا فإن حدود ومبادئ أبة نظرية ليست صرورية.

ســوف نســمي هـــده المحاجة، التي تنسق ننيجتها مع مدهب السلوكية المنهجبة المتشددة في علم النفس، بمأرق المنظِّر

قـــبل أن نشرع في الارتياح أو التأسى على ننيجه تلك المحاجـــة، مـــن المفـــيد أن نندكر أن الاعتبارات المقدمة لدعم مقدمتها الحاسمة قد طرحت بطريقة إجمالية، ما يعني أن تشكيل حكم أكثر حرصا بخصوص هده المسألة يستدعي البحث فيما إذا كان بالمقدور التفصيل في هذا المخطط الإجمالي بطريقة تفضى إلـــى محاجـــة مقنعة. هده هي المهمة التي نضطلع بأمرها في الجزء التالي.

6.التعاريف الإجرائية وجمل الرد

مـــن المفـــيد أن نبدأ بفحص أكثر دقة لخصائص الجمل التأويلية. في أبسط الحالات، تتخد الجملة التأويلية شكل تعريف

صـــريح لتعسر نظرى ينم باستحدام تعبيرات ملاحظية، كما هو موضـــح فـــي (3.2). هـــنا يكون الحد النظري غير ضروري بالمعـــنى التام الذى يقر إمكان تجنبه فى صالح تعبير ملاحظي، الـــذي بشـــكل المعـــرّف. إذا تم تعريف كل أوليات T على هذا الـــنحو، أمكـــن بالطـــبع صياغة T كلية عبر حدود ملاحظية، وســـوف تكـــون مبادئها العامة قوانين تربط بشكل مباشر أشياء ملاحظيه بأخرى ملاحظيه.

يصـــدق هذا خصوصا على أية نظرية تستوفى معايير النزعة الإجرائيه بالمعنى الضيق الذي يقر أن كل حد من حدود الـــنظرية إمـــا بطـــرح عـــبر تعريف صريح يحدد استجابات ملاحظـــيه بعـــد توفـــرها شرطا ضروريا وكافيا، فى ظروف اختباريه معينة، لتطبيق هذا الحد. هب مثلا أن الحد النظرى هو المحمـــول الأحـــادى (أو الخاصـــيه) 'Q'. سوف ينتج التعريف الإجرائى الصياغة التاليه:

$$(6\ 1)\quad Qx \equiv (Cx \rightarrow Ex)$$

أي أن الشـــيء x يختص (بالتعريف) بالخاصية Q إذا وفقط إذا كـــان اســـتيفاؤه للشروط C كافيا لعرضه الأثر أو الاستجابه E. تعـــريف تولمن لتوقع الطعام مثال على ذلك: "حين تفر أن الفأر

يـــتوفع الطعام فى الموضع L، فإن ما نعره هو أنه إدا (1) كان الفـــأر محـــروما مـــن الطعام، (2) وكان دَرّب على السير في الطريق P، (3) ووضع الآن فى P، (4) الطريق P معلق، و(5) ثمـــة طرق تؤدي إلى مواضع بعيده عن P يؤدي أحدها مباشرة إلى L؛ فسوف يسلك دلك الفأر هذا الطريق"[19].

يمكـــن الحصول على الصياعه سالفه الدكر باَلاستعاضة عـــن 'Q' فـــى (6.1) بـــ "الفأر x يتوقع طعاما في الموضع L" وعن 'Cx' بوصل الشروط 1_5 نسبة إلى x، وعن 'Ex' بـــ "x يسلك الدرب المؤدي مباشرة إلى L".

وكمـــا أوضح كاربات فيما أصبح محاجة كلاسيكية[20]، فإن هده الطريقة في تعريف الحدود العلمية، بصرف النظر عن مـــدى بداهـــتها الـــبادية، نواجه صعوبه كأداء. ذلك أن الحمله الشـــرطيه (مـــن قبـــيل المعـــرِّف 6.1) لا تبطل وفق التأويل الماصدفي السائد إلا حال صدق مقدمها وبطلان تاليها. لذا فإن

[19] E C Tolman, B F Ritchie, and D Kalish, "Studies in Spatial Learning I Orientation and the Short-Cut", *Journal of Experimental Psychology*, Vol 36 (1946), p 15

[20] R Carnap, "Testability and Meaning", *Philosophy of Science*, 1936-37, sec 4, reprinted as a monograph by Whitlock's Inc , New Haven, Conn , 1950 Excerpts are contained in H Feigl and M Brodbeck (eds), *Readings in the Philosophy of Science* Appleton-Century-Crofts, N Y , 1953

أي شـــيء لا يسوفى الشروط الاخنبارية C، بحبب نبطل مقدمة المعـــرِّف نسـبة إلـيه، يصدق عليه المعرِّف كلنة، ما يضمن اختصاصـــه بالخاصية Q. فى متالنا، سوف يتعين علننا أن نفر نسنة إلى أى فأر لم يتعرض للشروط الاحتبارية 1_5 أنه نتوقع الطعام فى L، بصرف النطر عن سلوكه.

الاعتــبار النالـــي أحد سبل نجنب هذه الصعوبه. حين نفول عن فأر ما إنه يتوفع الطعام في L، فإننا نريد أن نعرو إليه وضــعا أو نــزوعا "بسبب" في الظروف 1_5 قيامه نالسر في الطـــريق المؤديـــة مباشـــرة إلى L، ما يستوجب فى النعريف الإجرائـــي المناسب ربط E ناموسيا بـــ C، أي ناستحدام قوانين عامـــة من النوع الذي يعبر عن ارنباطات سببيه. يتعين إذن أن يستعاض فى (6.1) عن الحملة الماصدقية "'إدا..فـــ.."[21]، التي لا تشـــترط ضـــرورة ناموسية أو منطقية في الاربباط، بمناظر ناموســـي أكـــثر إحكاما يمكن الإفصاح عنه نالتعبير "إدا..فـــ..

[21] التعبير "إدا فـــ " نعد بالمعنى المنطقي ماصدقيا لأنه يربط بين القصايا بحيث يكون قيم صدق المركب الناتج محدده من قبل قيم صدق مكوناته راجع المقدمه، الجزء الرابع (المحرر)

وفـق صروره سببية". غير أن فكرة القانون والضرورة السببية أو الناموسة المشار إليها هنا ليست واضحة إلى حد يكفل جعل هدا السبيل في حل الإشكالية واعدا.

يقـترح كارنـاب سبيلا مغايره تتعين في تحديد حزئي لمعـنى 'Q'، عوضـا عن تحديدها كلية، يسمى بجمل الرد. في أبسـط الحالات، سوف يستعاض عن (6.1) **بجملة الرد الثنائية** التالية:

$$(6\ 2)\ \ Cx \rightarrow (Qx \equiv Ex)$$

الـتي تقـر أنـه إدا خضع الشيء للشروط الاختباريه C، فإنه يختص بالخاصيه Q إذا وفقط إذا كان يعرض الاستجابة E. هنا لا تفضي استخدام الروابط الماصدقية إلى النتائج غير المرغوب فـيها سالفه الذكر. إدا لم تُجرعلى السيء السروط الاختباريهC، سـوف تصـدق علـيه (6.2) بأسـرها، لكـن ذلك لا يستلزم اختصاصه أو عدم اختصاصه بـ Q. من جهه أخرى، فى حين تطـرح (6.1) تعريفا صريحا تاما لـ 'Q'، فإن (6.2) لا تحدد معـنى 'Q' إلا بشكل جزئى، فهى لا تشير إلا إلى الأشياء التي تستوفى السروط C. وبخصوص سائر الأشياء، يترك معنى 'Q' غير محدد. فمثلا، لا تحدد (6.2) معنى "يتوقع X طعاما في L"

إلا نســبة إلــى الفئران التى تستوفي الشروط 1_5. السير في الطريق L، نسبة إلى هذه الفئران، شرط ضرورى وكاف لتوقع الطعام. أما بخصوص الفئران التي لا تستوفى تلك الشروط، فإن معــنى "يــتوقع X طعاما فى L" يظل مفتوحا، وبالمقدور تحديده بشكل أدق عبر المزيد من جمل الرد

وكما يوضح هذا المثال، تطرح جمل الرد طريقة دقيقة لصياغة فحوى التعاريف الإجرائية. إن هذا النهج يعتبر مثل هذه الــتعاريف مجرد تحديدات جزئية للمعنى، بحيث يعامل المفاهيم النظرية بوصفها "مفاهيم مفتوحه"، كما أن اشتراط مجموعة من جمل الرد، يكمل بعضها البعض، للحد المعطى إنما يعكس توفر معايير إجرائية، لتطبيق معظم الحدود النظريه، تختلف باختلاف السياقات.

علــى ذلــك، يجــب أن نلحظ أنه في حين يقر التحليل باســتخدام جمــل الــرد أن الحدود النظرية لا تعرَّف بشكل تام بالإشــاره إلــى ما يمكن ملاحظته، فإنه لا يثبت استحالة طرح تعريف صريح تام للحدود النظرية عبر حدود ملاحظية

7.في إمكان تعريف الحدود النظرية عبر مفردات ملاحظية

برتئى عدد من الكتاب أنه حتى إدا كان بالإمكان من حيث المبدأ تجنب الحدود النظرية فى صالح حدود ملاحظية، فإنه يستحيل عمليا، والأهم من دلك سوف يكون من الضار بل من الحمق منهجيا، أن نقوم بدلك. هناك مثلا حل تولمن وسبنس لإسكاليه هلّ السالف ذكرها في الحزء الحامس: إدا كان بمقدور المتغيرات النظرية الدخيله دعم ارتباط آمن بين الظروف الملاحظية المبدئية واللاحقة، فلمادا لا نقتصر على استخدام رابط وظيفي واحد يربط مباشره بين الظروف الابتدائيه واللاحقة؟ يطرح سبنس المبرر التالى، ويثني عليه تولمن[22]: الدالة الرياضية المتطلبة للتعبر عن الرابط سوف تكون معقدة إلى حد يحول دون تصورها يسريا؛ ليس بالمقدور الوصول إليها إلا بتقسيمها إلى سلسله من الارتباطات الدالية الأبسط، تتوسطها متغيرات دخيلة. يتضح أن هذه المحاجة تعزو إلى طرح كينونات نظرية لا تقبل الملاحظة دورا عمليا مهما في

---

[22] E C Toulman, "Operational Behaviorism and Current Trends in Psychology", *Proceedings of the 25th Anniversary Celebration of the Inauguration of Graduate Study*, Los Anglos, 1936, p 89, K W Spence, 'The Nature of Theory Construction in Contemporary Psychology", *Psychological Review*, Vol 51 (1944), p 65n Both of these papers are reprinted in Max, *op cit*

ســياق اكتساف علاقات ارنهان متبادلة بين ما يمكن ملاحطنه، وفيما أفنرض، فى سياق الفيام بالحسابات الفعلية المنطلبة لنفسير أو التنبؤ بحوادت محدده وفق تلك العلاقات المبادله.

نمة وظيفة مهمة مدهجيا بعروها هلّ للكينوبات الفرضية فى ففرات مثيرة تشمل عليها مقالته عن المدعيرات الدحيلة فى الــنظرية السلوكية الماديه. المبدأ الحاسم في محاجبه يفر التالي: هب أننا لتفسير استحابة كائن ما فى موقف بعينه، أو التنبؤ بها، فمنا بعزو فوة عادة محدده إليه في الوقت t من اسنحابنه، وهي قـــوة تتنزل منزله الكيبوبه الفرضية. تلك الفوة، في نطربه هلّ، "مجـــرد تمتل كمى للآتار اللاحقة المتكررة" لحوادت ملاحظية ســابقة بعببها ، متل المتير الملاحط الذي تم استفباله في مواقف تعلمـــية قديمـــة العهـــد. ببجة لدلك، إذا لم تجنب الإسارة إلى الكيـــنونة الفرضـــية، قـــوة العـــادة، عبر ربط اسجابة الكائن الملاحظة في t مباشره بمثيرات استفبلها في وقت أسبق، سوف بكـــون قمـــنا بإبارة، كمحدد سببي للاستجابة، حوادث ملاحظية محددة لا وحود لها وقت حدوث الاستجابة. عير أن هلّ برفض هـــذه الفكرة، الني يبدو أنه لا مناص منها حال تحنب الكينونات

الفرصيه الدخيلة، المتعلقة بفعل سببى يتم عبر فاصل رمـي؛ "إذ يصـــعب الاعـــتقاد في قدرة حدث ما، من قبيل مثير فى موقف تعلمـــي غبر عهده، على التأثير سببيا على الكائن عقب اختفائه بمدة طويلة. إنني أتفق تماما مع لوين على أنه يوجب على كل العوامـــل، التي يزعم تأثيرها سببيا في تحديد أي حدث آحر، أن تكـــون حاضـــرة وقت حدوث الفعل السببي"[23]. العامل الفرضـي الممـــثل مـــن قبل قوة العادة عند الكائن المعني فى الوقت t من استجابته إنما يسمح بتفسير ينسق مع هدا المبدأ.

رغـــم أن النتـــيجة التـــي يخلص إليها هذا النص تبدو ميتافيزيقية، فإن المفاد الأساسي من محاجة هلّ منهجي الطابع يـــبدو أن مـــثل هـــذه النظريات الرمكانية المتصلة تسوغ نفسها لســـببين على الأقل: فهي من جهة تحتاز على بساطة صورية، يصعب فى الوقت الراهن تحديد خصائصها، لكنها تنعكس مثلا في إمكان توظيف الآلية الرياضية الفاعلة والممتازة في استنباط ارتـــباطات تفسيرية وتنبئية، ضمن وقائع بعينها، من مصادرات الـــنظرية. ومن جهة أخرى، وكما ذكرنا في الجزء الثالث، يبدو

[23] Hull, *op cit*, p 285

أن تطور العلم الامبيريقي السابق ببين أنه من المرجح اكتشاف أن المــبادئ التفسيريه والتنبئية، التي تقر ارتباطات منعزلة بين الحوادث الملاحظة (المنفصلة زمكانيا)، محدوده المدى وتواجه مخــتلف أنــواع الاستثناءات. وغالبا ما يمكّن توظيف نظريات تركز إلى كينونات فرصية من تفسير مثل هذه الاستثناءات عبر المصـــادرة علـــى افتراضات مناسبة تتعلق بالكينونات الفرضية المعنيه.

تمة محاجه عامة أخرى يتعين اعتبارها هنا تم تطويرها بشـــكل أكـــثر دقة ووضوحا من قبل بريث ويث. يقر زعم بريث ويت المركزي أنه "لا سبيل لتعريف الحدود النظرية عبر خصـــائص ملاحظـــية حال استحالة تبني النظريه بحيث تطبق بشكل مناسب على مواقف جديدة"[24]. يبدو أنه بالإمكان توضيح زعـــم بريـــت ويـــت عبر المثال التالي: هب أنه تم تأويل الحد "حـــراره" في إحدى مراحل البحث العلمي بالإشارة فحسب إلى قـــراءات الترمومـــتر الزئبقي. إذا اعتبر هذا المعيار الملاحظي تأويلا جزئيا فحسب (أي بوصفه شرطا كافيا لا ضروريا)، يظل

[24] R B Braithwaite, *Scientific Explanation* Cambridge University Press, Cambridge, England, 1953, p 76

بالإمكان إضافة المزيد من التأويلات الجزئية، عبر الإشارة إلى سبل مغايرة لقراءة درجات الحرارة يمكن استخدامها فوق نقطة غليان أو تحت نقطة تجمد الزئبق. من شأن هذا أن يسمح بتوسيع نطاق تطبيق قوانين من قبيل تلك التي تربط حرارة القضيب المعدني بطوله أو بمقاومته الكهربية، أو تربط بين حرارة الغاز وضغطه أو حجمه. في المقابل، لو اعتبر المعيار الأصلي تعريفا تاما، لما كانت النظرية قابلة لمثل هذا البسط، و سوف يتعين علينا التخلي عن التعريف الأصلي في صالح تعريف آخر لا يتسق معه

غير أنه يصعب الحكم بقدرة هذه المحاجة على إثبات ما تزعم إثباته، عينت إقرار "أنه يتوجب على النظرية، التي تؤمل بسطها مستقبلا بحيث تفسر تعميمات أكثر عددا من تلك التي صممت لتفسيرها، أن تتيح قدرا من الحرية للحدود النظرية يفوق ذلك القدر الذي كان ليتاح لها لو كانت هذه الحدود محرد مكونات منطقية شكلت من كينونات ملاحظية"[25] (بحيث تعرَّف عبر هذه الكينونات). ذلك أنه من البين أن توسيع نطاق النظرية

[25] Braithwait, *op cit*, p 76

نظــير تغيير تعريف بعض الحدود النظرية لا يعد خطأ منطقيا، كما أنه لا يعد أمرا صعبا أو غير ملائم للعالم، فالمشكله المعنية إنما تواجه عالم المناهج أو المنطق الذي يتعى طرح "تحليل" أو "إعاده تشكيل منطقية" للتغيرات الطارئة إبان بسط النظرية. في نــوع الحـــالات التى يناقشها بريث ويت مثلا، يمكن القيام بهذا الإجـــراء بطرق مختلفة ــ إما عبر إضافة المزيد من التأويلات الجزئـــية أو بـــإحداث تغيـــير تام في تعريف بعض التعبيرات الـــنظرية. إذا رغم أن هذا النهج الأخير لا يشكل بسطا للنظرية الأصـــلية، بـــل يعـــد تحولا إلى نظرية جديدة، فإن هذا لا يثير تساؤلا اصطلاحيا بقدر ما يثير اعتراضا منهجيا

لم يفض المسح الذي قمنا به في هذا الجزء إلى محاجة حاسمه تدحض أو تثبت إمكان تعريف كل حدود العلم الامبيريقى الـــنظرية تعريفا صريحا عبر مفردات ملاحظية صرفه. الواقع أنـــنا وجدنا أسبابا وجيهة للريبة في قدرة أية محاجه على حسم هذه المسألة مرة وللأبد

8.الأنساق التأويلية

رأيـــنا أن جمـــل الـــرد نناســـب تماما تتشكل معايير إجرائـــية للتطبيق بوصفها تعريفات جزئية. غير أنها نعاني من صعوبات جادة بخصوص صورتها المنطقية، ما يعنى أنها تندو عاجـــزة عن طرح صياغة عامة مناسبة لطرح تأويلات حرفية للحدود النظرية. ثمة رؤية للتأويل أكثر عمومية يطرحها مفهوم كامبل للنظرية الفيزيائية يقر أنها تتكون من "فرض"، يتمثل فى مجموعـــة مـــن الجمل المشتملة على حدود نظرية، فضلا عن "معجم" يربط هذه الحدود بمفاهيم الفيرياء التجريبيه (التي يتعين أن نقوم بينها علائق متبادله عبر قوانين امبيريقية)[26]. في مقابل المفهوم التقليدي للمعجم، يُفترض أن معجم كامبل يشتمل لا على تعاريف للحدود النظرية بل على جمل مفادها أن الجملة النظرية الـــتى تكون من نوع بعينه تصدق إذا وفقط إذا صدقت جملة من نـــوع محـــدد نـــناظرها في العلم الامبيريقي. عوضا عن طرح تعـــريفات، يقوم المعجم بطرح قواعد للترجمة، غير أنها قواعد جزئـــية، إذ لا يزعم وجوب تحديد ترجمة لكل جملة نظرية أو امبيريقية

[26] N R Campbell, *Physics, The Elements* Dover Press, N Y , 1920, ch VI

مـــن البيـــن أن الجمـــل فـــى معجـــم كامبل لا تحتص بالخصـــائص التـــي تتمـــيز بهـــا جمل الرد؛ عبر أنه بالإمكان صـــياعنها فى شكل فضايا تكافئية، بحيث يتم ربط جملة الحدود الـــنظرية بحملة حدود ملاحظبة عبر التعبير "إدا وففط إذا". فى سياقات أخرى، لا ىبدو جمل الرد ولا الجمل التكافئبة مناسبة

و للحصـــول على مفهوم عام للتأويل الجرئي، سوف بقـــبل بوصـــفها حملا بأوبلية أية جمل، تتخد أى شكل منطقي، تشتمل على حدود بطرية وأخرى ملاحظية. وعلى افتراض أن جمل العلم الامبيريقي البطرية والملاحطية نصاغ ضمن مرجعية منطقـــية محـــددة، يمكن التعبير عن هذه الفكرة بشكل أكتر دقه وصراحة على البحو التالي:

(8.5) هـــب أن T بطربة **محددة من قبل فئة** من المصادرات بصاغ عىر **المفردات النظرية** V_T، وأن V_B فئة أخرى من الحدود مـــا بعد المىطقيه، تسمى **المفردات الأساسية**، لا تتشارك مع V_T فى أي حد. **النســـق التأويلي** الخاص بـــ T عبارة عن فئة J من الجمـــل (1) المتناهـــية، (2) المتســـقة منطقيا مع T، (3) غير المشتملة على أى حد ما بعد منطقي غير متضمن في V_T أو V_B

، (4) والمشتملة أساسا على كل عنصر فى V_T و V_B ، أي أنـها لا تتكافأ منطقيا مع فئة من الجمل لا يرد فيها بعض حدود V_T أو V_B إطلاقا.

لنطبـــيق المفهـــوم المعـــرَّف هنا على تحليل النظريات العلمـــيه، يتوجـــب بطبيعة الحال أن نفترض أن V_B تتكون من حـــدود سبق فهمها. قد تكون حدودا ملاحظيه، بالمعنى الغامض نسبيا الذي سبق توضيحه، غير أنه لا مدعاة للإصرار على هذا الأمر

تشتمل الأنساق التأويلية التي قمنا لتونا بتعريفها كحالات خاصة على كل أنواع التأويل التي سبق اعتبارها، عنيت التأويل عـــبر التعاريف الصريحة لتلك الحدود النظرية، عبر سلسلة من جمـــل الـــرد، باستخدام جمل الترجمة التكافئية الخاصة بمعجم كامل، أو جمل الرد العامة التى تتخذ الصياغة (8.4). غير أنـها تسمح أيضا بجمل تأويلية ذات صياغات متنوعة وعديده.

تختص الأنساق التأويلية بذات الخاصيتين اللتين تميزان سلاســـل جمـــل الرد عن سلاسل التعاريـف: من جهة، لا يؤثر النســـق التأويلي عادة إلا في التأويل الجزئي لحدود V_T، أي أنه

لا يطرح (باستخدام حمل صريحة أو استلزام منطقي)، نسبة إلى كـــل حـــد في V_T، شرطا كافيا وضروريا للتطبيق عبر V_B من حهة أخرى، عادة ما لا يكون السق التأويلي، شأنه في ذلك شأن سلسلة جمل الرد الخاصه بحد نظري معطى، استراطي الطابع، ، بـــل ســـوف يسلزم جملا بعينها تصاع عبر V_B وحدها، وهي جمـــل لا تعـــبر عـــن حقائق منطقية بل يمكن اعنبارها، وفق مفهومـــنا لــــ V_B الذى يقر أنها تتكون من حدود امبيريفية سبق فهمهـــا، إقـــرارات امبيريقـــبة. هكذا نجد هنا أيضا توليفا بين الاستخدام الاشتراطي والوصفي للغة.

لكننا فى معرض الحديث عن موضع ثالث للمقارنة، نقر أنـــه لا حاحة لقيام النسق النأويلي بطرح تأويل، تام أو ناقص، لكـــل حـــد من حدود V_T على حدة. في هدا الحصوص، يختلف الســـق التأويلي عن كل من فئة التعاريف وفئة جمل الرد التي تقوم بطرح شرط ضرورى وشرط كاف (عادة ما يكون مغايرا) لكل حد. من الممكن ألا يقوم النسق التأويلي، نسبة إلى بعض أو حـــتى كل حدود V_T، بطرح شرط ضروري أو كاف عبر VB، وقـــد لا يطـــرح أبا منهما بدلا من ذلك، قد يقوم بتحديد شروط

كافية أو ضرورية، باستخدام جمل صريحة أو باستلزام منطقي، بواسطة V_B نسبة فحسب إلى تعبيرات نشتمل على عدة حدود من V_T ، على طريقة معجم كامبل مثلا.

كقاعدة عامة إذن، حين يتم تأويل النظرية T بنسق بأويلي J، لا يكون بالإمكان الاستغناء عن الحدود النظرية بالمعنى الضيق الذي يقر إمكان الخلاص منها في كل السياقات، في صالح تعبيرات معرِّفة نركن إلى V_B أيضا فإنه ليس بالمقدور الاستغناء عنها بالمعنى الذي يقر أن J توفر نسبة لكل حملة H، يمكن صياغتها عبر V_T، "ترجمة" تركن إلى V_B ، أي جملة O تصاغ عبر V_B بحيث يمكن أن نستنبط منطقيا التكافؤ $O \equiv H$ من J.

9. إمكان الإحلال الوظيفي للحدود النظرية

سوف تتعين الوظيفة النسقية للنظرية T، وفق تأويلها بالنسق التأويلي J، في التمكين من القيام باستدلالات من "المعطيات"، باستخدام V_B، على جمل (تنبئية مثلا) أخرى عبر V_B.

[هـــنا يفـــوم همبل بتبيان كبف أن أية أنسفة يتم إنجازها ضمن حمـــل V_B يمكـــن إنجارها عبر T حال وصلها بـــ J. يمكن إذن اعتـــبار مصادرات T مقترنة بحمل J مصادرات النسق T' الذي يسمـــبه همـــبل **النظرية المؤولة**. مفردات هده النظرية، $T_{V'}$ هو مجمـــوع V_T و V_B. أيضـــا يثبـــت همـــبل أن T' تحقـــق ذات الارتـــباطات الاســـتنباطية ضـــمن جمل V_B التي نحققها فئة كل مبرهـــنات T' المعـــبر عـــنها بـــ V_B وحدها ــ وهو يسميها فئة مبرهـــنات V_B أو مترتبات V_B الخاصة بـــ T'، ويميزها بالرمز '$O_{T'}$'. هكذا تكون الأنسفة الاستنباطية المحققة عبر T' هي ذاتها المحققـــة عبر O_T التي لا تشتمل على أية حدود نظرية، وهكذا ينسنى الاستغناء عن الحدود النظرية] (المحرر).

عـــير أن $O_{T'}$ عـــادة ما تكون فئة مطولة لامتناهية من الجمل، ما يثير السؤال ما إذا كان هناك نهج يمكن تطبيقه بوجه عام لجعلها سهلة التناول وواضحة عبر صياغتها في شكل نسق نظري مؤكسم T'_B، يمكن صياغته عبر V_B وحدها. نبين مبرهنة فـــي المـــنطق الصـــوري، تم إثباتها في الآونة الأخيرة من قبل

كــريج أنــه بالمقدور القيام بهذه المهمة، شريطة أن تستوفي T'
شروطا متحررة لا تضع أية قيود[27].

علـــى هـــذا الـــنحو، تتعلق مبرهنة كريج بشكل وثيق بالإشـــكاليات المـــثارة مـــن قـــبل "مفارقة التنظير" التي سلف صياغتها في الجزء الخامس بتعبيرات غامضة نسبيا. تلمح هذه المبرهنة بطريقة ما للكيفية التي يمكن عبرها طرح تأويل دقيق وواضح وإثبات محكم للمفارقة. إنها تثبت أنه بالنسبة لكل نظرية T' تســتخدم حدودا نظرية وحدودا عبر نظرية سبق فهمها، ثمة نســق نظــري مؤكســـم T'B ، حال استيفاء شروط عادة ما يتم استيفاؤها، لا توظف سوى حدود غير نظرية في T'، رغم أنها تــتكافأ وظيفيا مع T'، بمعنى أنها تقر، ضمن الجمل التي يمكن التعبـــير عـــنها بالمفـــردات غـــير الـــنظرية، ذات الارتباطات الاستنباطية التي تقرها T'.

أيتوجــب إذن على العلم الامبيريقي أن يفيد من هذا النهج ويقـــوم بالاستعاضة عن كل نظرياته، التي تشتمل على فروض

---

[27] ثمة نقاش عبر اصطلاحي لهذه النتائج تجده في
W Crage, "Replacement of Auxiliary Expressions", *Philosophical Review*, Vol 65 (1956), pp 38-55

تتعلق بكيونات فرضيه، بأنساق نظرية مكافئة وظيفيا يعبَّر عنها قصـــرا بحـــدود تحتار على مرجعية ملاحطية مباشرة أو حدود مفهومـــة بشكل واضح؟ في ضوء مقاصد التنظير العلمي، ثمة أسباب تحتم الإحجام عن القيام بذلك.

بدايـــه، دعونـــا نعتبر الحصائص العامة التي تتمير بها مبرهـــنة كـــريج. إذا غصصنا الطرف عن الكثير من التفاصيل الدقيقه، يمكن وصف الإجراء على النحو التالي: يقوم كريج عبر إجراء بنائي بترتيب كل مبرهنات V_B الخاصة بـــ T' في سلسلة بعينها. غير أن هذه السلسلة مطولة أكثر مما يجب، فهي تشتمل، نسبه إلى كل جملة ترد فيها، على كل مكافئاتها المنطقية (طالما كان بالإمكان التعبير عنها في V_B). يصف كريج طريقه لحذف كثير من هذه التكرارات، رغم أنها لا تتخلص منها جميعا. تظل السلســـلة الباقية إذن مشتمله على كل من مبرهنات V_B الخاصة بـــــ T' في أحدى صياغاتها المتكافئة على أقل تقدير. وأخيرا، تصـــبح كل جمل السلسلة الباقية مصادرات في T'_B . هكذا تتم "أكسمة" فئة مبرهنات V_B الخاصه بـــ T' في T'_B بطريقة غريبة، أي بجعـــل كـــل جملـــة في الفئه، في إحدى صياغتها المتكافئة

العديدة، مصادرة فى T'_B؛ فى حين أن المقصود عادة من أكسمة أيـــة فئة من الجمل هو احتيار فئة صغيرة واعتبارها مصادرات يمكن منها اشتقاق البافي استنباطيا بوصفها مبرهنات. على هذا الـــنحو تعبر الأكسمة عن محتوى الفئة الكلية "فى شكل أوضح رياضـــيا أو سيكولوجيا"[28]. وعلى اعتبار أن نهج كريج يتضمّن عملـــيا كل الحمل التى بتوجب أكسمتها في مصادرات T'_B، فإن T'_B كمـــا يقر كريج نفسه "تحقق في التبسيط أو فى طرح تبصر أصيل"[29].

فقد البساطه الناجم عن إغفال حدود T' النظرية ينعكس في كون فئة المصادرات التي يسمح بها نهج كريج نسبة إلى T'_B لا متناهية دائما. حتى في حالة وجود فئه حرئية متناهية من $O_{T'}$ من مبرهنات V_B الخاصة بـــ T' يمكن منها اشتقاق سائر الجمل، فـــإن نهـــج كربج لا يفضي إلى تلك الفئة. هدا هو نظير قابلية نهجه للتطبيق الشامل.

ثمـــة حـــالات لا يكـــون فـــيها وجود عدد لا متناه من المصـــادرات تزيدا، خصوصا حين يتم تحديد المصادرات عبر

[28] Craig, *op cit*, p 49

[29] *Ibid*

صباغات مبادئيه، أي عبر اشتراطات مفادها أن أية جملة تتخذ إحدى صيغ محددة متناهية العدد (مثل 'x=x') تعد مبدأ. غير أن طــريقه كــربج في تحديد مبادئ أو مصادرات T'_B أعقد بكثير، كمـــا أن النسـق الــناتج سوف يكون عمليا غير قابل للمداولة، ناهــيك عن عوز الخصوبة والإيحائية المحفزة الناجم عن حذف المفاهــيم والفــروض النظرية. لهذا السبب، فإن هذا النهج في الاستغناء عن التعبيرات النظرية لا يلائم العلم الامبيريقي إطلاقا

حـــين يزعم ممارسو العلم أو علماء المنهج أن الحدود الــنظرية الخاصـــة بنظرية ما تشير إلى كيونات توجد بذاتها، تشكل مكونات أو جوانب أساسية من العالم الذي نعيش فيه، يبدو من الواضح، بصرف النظر عن أي دلالات يقومون بعزوها إلى هذا الزعم، أن الأسباب التي يكون بمقدورهم طرحها لدعمه إنما تكمـــن في حقيقة قيام تلك الحدود بدور في نظرية معززة تنجز أنسقة استقرائية واستنباطية مقترة لفئة كبيرة من الحقائق العينية والتعمــيمات الامبيريقية، وتعد خصبة على نحو يشجع الإيحاء بالمــزيد مـــن الأســئلة والفــروض الجديدة. وطالما تم اعتبار الملاءمـــة للتعمــيمات الاســتقرائية، صحبة التفتير والخصوبة

المحفــره، خصـــائص جوهــرية للــنطريه العلمــيه، لا سبيل للاستعاضـــة عـــن الحدود النظرية بحدود ملاحظبة صرفة دون التعرض لحسارة فادحة. الواقع أن معصلة المبطِّر، التي نخلص إلى إقرار حلاف دلك، إىما تركن إلى مقدمة باطلة.

ماهية القانون الطبيعي[30]

آرثر باب

ولـــد آرتـــر بـاب في ربورح، سويسرا، وهاحر إلى بيويورك عام 1941 حصل على درجه الدكبوراه في الفلسفة من حامعة كولمبىا عام 1946، وقد درّس في شيكاحو، كليه المدينة في ىيويورك، اوربحان، فيىا، لىهاى، وييل، حيــث مكـــث إلى أن وافيه المنية عام 1959 بعد أن بلغ من العمر ثمانية وثلاثيـــن عامـــا صمن أسهر مؤلفاته، بالإصافه إلى كتابه "مقدمة لفلسفه العلـــم"[31]، يذكـــر "عناصـــر الفلســـفة التحليليـــه" و"علـــم الدلالة والحقيقة الصرورية".

[30] Reprinted with permission of the publisher from *An Introduction to the Philosophy of Science* pp 289-597, by Arthur Pap Copyright © 1962 by The Free Press of Glencoe

[31] سبق أن قمت بترحمة هذا الكتاب (قيد الطبع الدار الجماهيرية)، وهو كتاب غاية في الأهميه بسبة إلى حقل فلسفه العلوم، آيه ذلك أن ددلي شابير يستهل به، بل يفرده

An Introductıon to the Phılosophy of Scıence, Elements of Analytıc Phılosophy ,Semantıcs and Necessary Truth

1.التعميمات شبه القانونية والاستدلال الفرضي

حاولـــنا فـــي الفصلين الأخيرين توضيح المعنى السببي والفرضـــي للتعبير "إذا..فـــ..". لقد جادلنا وفق رؤية هيوم بأن الاعـــتقاد في قيام قانون عارض منطقيا، إحصائيا كان أم خلاف ذلـــك، متضمن في اشتراطات فرضية مثل "لو تم الضغط على عـــود ثقـــاب (بقـــدر كاف من القوة) لاشتعل". ولكن ما الرابط الشرطي الذي يقره التعميم شبه القانوني، أي ما التعميم الذي يعد حال صدقه قانونا طبيعيا؟ لقد بينا أن الاستلزام السببي أقوى من الاستلزام المادي، كونه يقر استحالة أنواع بعينها من الحوادث، ولا يقتصر فحسب على إنكار وقوعها الفعلي. من جهة أخرى، فإنـــه أضعف من الاستلزام التحليلي. هل نستطيع إصدار المزيد مـــن الأحكـــام الإيجابية عن المعاني المتعلقة بالتعبير "مستحيل (سببيا)" و"ضروري (سببيا)"؟

عـــن سائر قائمة المراجع الرئيسة التي ينصح بالإطلاع عليها في الببليوجرافيا التي يختتم بها هذه المحاضرات [المترجم]

ثمة معيار بدهى لشبه القانونيه، يقترحه كل من نلسون جودمــان وردرك تشـــرم[32]، يقر أن التعميم شبه القانونى يدعم الاستدلالات الفرضية. هبني رأيت فاكهة تشبه البرتقال ثم اتضح لـــى أن مذاقها يشبه مذاق اليوسفى. إذا أصر صديقي على أنها برتقاله، سوف يكون من حقي أن أحتج بقولى "لو كانت برتقاله لكــان مذاقها شبيها بمذاق البرتقال". فى مثل هذه الحاله لا نسلم بأنـــه قـــد تـــم دحـــض التعميم "كل البرتقال طعمه شبيه بطعم الـــبرتقال"، فثقتـــنا فيه تجعلنا نرفض وصف مالا يكون طعمه كطعـــم الـــبرتقال بأنه"برتقال". لكن هذا لا يعنى أن هذا التعميم محـــرد تحليل لمعنى "برتقالة"، طالما كان بمقدورنا أن نتصور ظروفا نسلم فيها بأن ما يكون مذاقه مخالفا لمذاق معظم الأشياء التـــى نســـميها برتقالا يظل برتقالا. إذا كان الشيء الموضوع أمامنا لا يتخطى فحسب الفحوص البصرية واللمسية للبرتقاليه، بـــل ينمو في شجرة برتقال ويحتاز على ذات التركيب الداخلي

[32]N Goodman, "The Problem of Counterfactnals", reprinted in L Linsky, ed , *Semantics and the Philosophy of Language* (Urbana, Ill , University of Illinois Press, 1952), and in N Goodman, *Fact, Fiction, and Forecast* (Cambridge Harvard University Press, 1955), R Chisholm "The Contrary-to-Fact-COnditional", reprinted in H Feigl and W Sellars *Readings in Philosophical Analysis* (N Y , Appleton-Cntury-Crofts, Inc , 1949)

للفواكـــه الـــي تنمو على أشجار الدرنفال، فد نميل إلى التسليم بوحـــود بـــرنفال "غريب الأطوار" لا يشبه مذاقه طعم البرتقال "السوى".

وعلى نحو مماثل، لو صادف الفيرباني جسما يبدو أنه يسقط بحريه، لكن تسارعه مضطرب بشكل بيّن، لفال "لا يمكن لهدا الجسم أن يكون ساقطا بحرية؛ لو كان يسقط بحرية دون أن يـــتأثر بشيء سوى الجاذبية، لسفط بتسارع ثابت، ولدا يتعين أن تكون هناك فوى دخيلة سببت انحرافه عن القانون". غير أن هدا لا يعنـــي أنه يعتبر قانون الأجسام الساقطة بحرية جملة تحليليه يستحيل دحضـــها، أي لا يعتبره تعريفا للتعبير "الجسم الساقط بحـــرية". إدا كان باحثا يشعر بالمسؤوليه، سوف يبحث عن مثل هذه القوى الدخيلة، وإذا فشل في العثور عليها، قد يقوم بفحص الجســـم المعني ليعرف ما إذا كان يختلف فى جوانب متعلقة عن الأجسام ذات السلوك الجاذبي السوي. وبصرف النظر عما يسفر عـــنه فحصه، سوف يتوجب عليه إما التخلي عن قانون الأجسام الساقطه بحرية فى صيغته الراهنة أو التخلي عن مبادئ فيزيائيه أخـــرى متضمنة فيه منطقيا. إذا كان الجسم ذو السلوك الغريب

يحـــتص بالخاصـــية الكيميائية P منلا، وكان اكتشف أن أجساما أخرى تختص بها تسقط على نحو مماثل، وفد بقصر الباحنمحال الفانون على "كل الأجسام الساقطة بحرية تسفط بتسارع نابت إلا إدا اختصت بالخاصية P"، رغم أنه من شأن هذا أن يرغمه على النخلـــي عـــن المبدأ الغايه فى الأهمية الذي يفر أن أنر الجاذبية علـــى الجسم لا يرتهن بأي من خصائصه الجوهرية (بل ينوقف فحسب عل موضعه). أما إذا لم يكتشف وجود أي فارق متعلق، فلا سبيل لإنفاد الفانون حنى نشكل حرئي عبر نقييد مداه، ما لم يـــتم التخلـــي عن أحد الافراضين التاليين: (1) الساعات التي اســـتخدمت فـــي قـــياس الفـــترات الزمنية المناظرة للمواضع المتلاحفة دقيفة. قد يفترض أن قوى مجهولة قامت بالتأثير على الســـاعة، لا علـــى الجسم الساقط (رغم أن مصادرة السببية لن تســـمح له نفـــبول هذا الافنراض الآدهوكى إلا حال النمكن من تحديد الفوى "الدخيلة" المصادر عليها)؛ (2) أدوات القياس التي اسنخدمت في قياس الإراحة لم تكن دفيقة، بل تمددت وانكمشت، بســـبب قـــوى مجهوله مؤقنا، بحيث ظهر أن ثمة اضطرابا في التســـارع. مفـــاد كـــل هدا هو أنه لا يمكن الحفاظ على الفانون

الفيربائـــى (مثال "كل الأجسام الساقطه بحريه تسقط تحت تأثير الجاذبـــية وحدهـــا")، خلافـــا للجمله التحليليه البسيطة، فى وجه الشـــواهد التـــي تبدو مناوئة إلا بالتخلى عن افتراضات واقعية أخرى متضمنة منطقيا في عملية اختباره.

مـــن جهـــة أخـــرى، إذا قلـــت، بعد فحص محتويات محفظـــى، "كل العملات الموجودة فيها من فئة الخمس سنتات"، فإن هذه الجمله،على صياغتها الكليه، عاجزه عن دعم الاشتراط الفرضى "لو كانت هذه العملة، التي تبدو من فئة العشر سنتات، فـــى محفظتي، لكانت من فئه الخمس سنتات". سوف يكون أكثر طبيعـــية أن نشـــتق الاشتراط الفرضي "لو كانت تلك العملة في محفظتـــي، لما كانت كل العملات الموجودة فيها من فئة الخمس سنتات". وبالمثل، رغم أنه قد يصدق الحكم بأن كل من سبق له الجلـــوس على مقعد حديقة بعينه، منذ إنشائها، أحمر الشعر، لن يكون بمقدور هذه الجملة الكلية الصادقة دعم الاشتراط الفرضي "لـــو جلس كاري جرانت على ذلك المقعد، لكان أحمر الشعر". الاستدلال المناسب هنا إنما يقرر "لو سبق لكاري جرانت الجلوس عليه، لما كان كل من سبق له الجلوس عليه أحمر الشعر".

رغـــم أن هذا الاختبار البدهي لشبه القانونية، في مقابل التعمـــيمات **العارضة**، يبدو معيارا سليما، إلا أنه لا يكفي **لتحليل** هـــذا المفهـــوم. فكمـــا رأينا، ثمة حاجة إلى اللجوء إلى مفهوم "التعمـــيم شبه القانونـي" لنوضح كيفية إقرار الاشتراط الفرضي بشـــكل مضـــمون، ولـــذا سوف ندور في حلقة مفرغة لو قمنا بـــتعريف التعمـــيم شبه القانوني بأنه جملة كلية تضمن اشتراطا فرضـــيا. أيضا، فإن قيمته بوصفه معيارا للتمييز موضع شك. وفـــق المنطق الاستنباطي، تستلزم المقدمتان "كل A هو B" و"x يختص بـــA" النتيجة "x تختص بـــB" في كل الحالات. افترض أن الثوابـــت التي يمكن أن يستعاض بها عن x مجرد علامات إشـــارية (أي تعبـــيرات "تشـــير" إلـــى الشـــيء دون أن تحدد خصائصـــه، كما في قولنا "ذلك الشيء"، و"الشيء الموجود في المكان كذا في الوقت كذا"). في هذه الحالة نجد أن المقدمة الكلية "كـــل A هو B"، شبه قانونية كانت أم عارضه، تستلزم أية جملة تتخذ الصياغة "إذا كان x يختص بـــ A، فإنه يختص بـــB". إذا افترضنا أن كل A هو B، سوف يكون بمقدورنا تبرير "لو كانت

x بحتص بـــA، لاحبصت بـــB صروره"، حيت تسب الضرورة إلى ذلك الافتراض.

هكدا، إدا تأكدت من أن كل العملات الموجودة فى جيبي الآن من فئة الحمس سنتات، سوف يكون لدي مبرر كاف للحكم "لـــو كـــان دلك الشيء، بصرف النطر عن ماهيته، في جيبي الآن، لكان من فئة الخمس سسات". دلك أن الصيغة الافتراضية إىمـــا تقـــر هـــنا ارتـــباطا ضروريا منطقيا بين " كل العملات الموجـــودة فى جيبي الآن من فئة الحمس سننات" و"إذا كان هذا السيء عملة فى حسى الان، فإنه من فئة الخمس ستتات". الحكم بأنه "لو كانت هذه العمله دات فئه العشر سنتات في جيبي الآن، لكانت من فئه الحمس سسات" يبدو مفارقيا لأنني **بتحديد** الشيء بأنـــه عملة من فئة العشر ستتات أكون استبعدت كونه عملة من فئة الحمس سننات، بحيث يقترح حكمي أنه بوضع عملة من فئة العشر سنتات فى جيبي يمكن جعلها من فئة الخمس سنتات.

فـــي المقـــابل، حيـــن أستق ".. لما كانت كل العملات الموجودة في حيبي الآن من فئة الخمس سنتات"، أكون أسقطت مـــن حسابى افتراض أن العملات الموجودة الآن في جيبي من

فئة الخمس سنات، واستدللت بشكل استنباطى صروري على ان "العمــلات الموجودة في جيبي الآن ليست كلها من فئة الحمس ســنات" من الفضية المفترضة "هذه عملة من فئة العشر ستتات موجــودة الآن فــى جيبــي". على ذلك، يظل لدى ذات المبرر للاشــتراط الفرضــى "لــو كان دلك الكلب عداءا، لكانت هناك غدفان ليست سوداء" أو "لو كان القمر كوكبا، لكان هناك كوكب واحــد على الأقل لا يدور في مدار اهليلجي حول السمس". في كــل حاله من حالات اشتفاق سلب الفضية الكلية "كل A هو B" من اشتراط فرضى، يتم ضمنا تحديد موضع الاشتراط عبر دكر خاصــية تتضــارب مع B. إذا سمح بذلك، سوف تعجز الجملة الكلية عن دعم الاستدلال الفرضي، عارضا كان أم شبه قانوني. يسري هذا تماما على متال كاري جرانت؛ لو تمت الإشارة إليه دون ذكر خصائصه، ودون افتراض أى من معارفنا عنه (متال أنــه لم يسبق له الحلوس على مقعد الحديقة المعنى)، وإذا تأكدنا مــن أن كــل من سبق له الحلوس عليه كان أحمر الشعر، لكان حكمــنا بأنــه "لو كان هذا الرجل واحدا ممن سبق لهم الجلوس على ذلك المفعد، لكان أحمر السعر" حكما مبررا إلى حد كاف.

إن هدا الحكم لا يبدو مفارقيا إلا نسبة لمن يعرف أن سعر كارى جرانـــت ليس أحمر، فمثل هذا الشخص سوف يستغرب اقتراح قيام رابط سببي بين لون شعر المرء وجلوسه مصادفة على أحد مقاعد حديقه ما.

2.معيار الشمولية المطلقة

الديـــن يعتقدون في إمكان التعبير عن العلم الامبيريقى بلغـــة تحتار على بنية"البرنكيبيا ماتيماتيكا"، اللغة التيئية الحالية من تعبيرات الجهة، من قبيل "ضرورى" و"مستحيل" (مع إمكان صـــياغه مفهوم النيجة المنطقية في اللغة الماورائية)، يواجهون امـــتحانا عســـيرا لإيمانهم. يتوجب عليهم تطبيعة الحال التسليم باســـتحالة المماهـــاة بين التعميمات شبه القانونية والاستلزامات الصـــورية التركيبية، كما أنه ليس بمقدورهم اللجوء إلى المعيار الـــدي انـــتقدناه لتونا. لقد اقترح بعض منهم **الشمولية المطلقة** علامة فارقة لشبه القانونية، بدلالة سوف نعنى بتوضيحها.

ثمـــة جمل كلية تشير بشكل جوهري إلى شيء بعينه أو موضـــع أو زمان محدد. هكدا تشير الأمثلة التي ناقشناها حيث تـــنطال جيـــب بعينه، وزمن بعينه، ومقعد حديقة بعينه. سوف

نسمي التعبيرات التى تحدد أشياء أو أزمنة أو أماكن بعينها "**ثوابت فردية**"، ونسمى المحاميل النى بتحدث عن بوعيات أو علاقات متوانرة لا نفىل التعريف عىر الثوابت الفردية "**شاملة إطلاقا**" (من المناسب أن نجعل هذا البعبير يسرى حبى على المحدِّدات المادية). برد الثابت الفردي بشكل حوهري في الجملة إذا كان يرد فيها ولا سبيل لترجمتها إلى حملة لا برد فيها دون تغيير معناها. وكمقاربة أولية، قد بعرّف التعميم سبه الفانونى بأنه جملة تركيبية كلية لا يرد فيها أى تابت فردى بنسكل جوهري. قد يتصادف أن ننجح في حذف الثوابب الفردية من صياغة حدث عارض، لأننا قد نجد الشيء العبني المعني قابلا لأن يوصف على نحو متفرد بمحاميل شاملة إطلاقا. وهكدا إذا تصادف أن مفعد الحديفة في متالنا هو المفعد الوحبد الدي سبق أن جلس عليه سكبر أدرد، لاستطعنا صياعة الاسلزام الصوري الصحيح النالى: "بالنسبة لكل x، إذا كان هناك وقت يحلس فيه x على مقعد حديفة يجلس عليه سكير أدرد، فإن x أحمر التسعر"[33].

[33] المقصود من "نحلس" هنا هو الصيغه عىر الرمنيه لمصدر "الحلوس"، لا الرمن المصارع للفعل

إلا ان، فإن هدا لا يستلزم أن الثابت الفردي "مقعد تلك الحديقة" يرد بشكل ليس جوهريا في الجملة الأصلية، كون الفرص الدي حـــدف هـــدا الثابـــت وفقه فرضا واقعيا وليس تحليليا. إدا كان صـــادقا، ســـوف تحصل الجملة الشاملة إطلاقا على دات القيمه الصـــدقيه الـــى تحتازها الجملة الأصلية، لكنها لن تحصل على ذات المعنى.

من جهة أخرى، ثمة جمل كثيرة تشتمل بشكل جوهرى على ثوابت فردية بودنا أن نعتبرها شبه قانونية: (1) "كل قطع الـــثلج الموجودة الآن في هذه الثلاجة سوف تصبح ماء حين يتم تســـخينها"، (2) "كل الكواكب تدور بشكل مستمر حول الشمس فـــي أفـــلاك اهليلجـــية"، (3)"كل الأجسام الساقطة بحرية قرب الأرض تســـقط بتســـارع ثابت قدره 32 قدما/الثانية[2]، (4) "كل الأجســـام الســـاقطة بحرية قرب الأرض تسقط بذات التسارع، مهما كانت كتلها". في حالة (1) و (4)، بالمقدور إجراء استنباط مـــن جمـــل كلية لا تشتمل على ثوابت فردية، ما جعل البعض يقـــترح تعـــريف الجملة شبه القانونية **الأساسية** بأنها جمله كلية تركيبـــيه لا يـــرد فيها أي ثابت فردى بشكل جوهري، وتعريف

الحملة شبه القانونيه **المشتقة** بأنها جملة يمكن اشتقاقها من جملة شـــبه قانونـــية أساســـية رغم اشتمالها على ثوابت فردية بشكل جوهـــرى. ويعـــبر ما يسمى بقوانين الحركة وقانون الجاذبية الكلـــية، الـــتى يمكن منها اشتقاق (4) بسهولة، أمثلة بينة على الحمـــل شـــبه القانونية الأساسية بالمعنى المعرَّف؛ ذلك أنها لا تذكـــر أي جســـم بعيـــنه ولا تشـــير إلى أية مواضع أو أزمنة محددة.ولكن لسوء الحظ، فإن (2) و(3) ليستا قضايا شبه قانونية إطلاقـــا وفق ذلك المعيار. قانون كبلر الأول في حركة الكواكب لـــيس مستلزما من مبادئ الميكانيكا النيوتونية إلا بافتراض أن حركة الكوكب المعني محددة من قبل الجاذبية الشمسية فقط. بيد أنـــه لا ســـبيل لتـــبرير هذا الافتراض إلا عبر معلومات تتعلق بالكتل النسبية خاصة الأجسام في المجموعة الشمسيه. الواقع أن كـــون كتل الكواكب الأخرى صغيرة نسبة إلى كتلة الشمس هو الـــذي مكّـــن مـــن إغفال التجاذب التثاقلي الذي نمارسه، ومن صـــياغة إشكالية حركة الكواكب بوصفها "إشكالية جسمين". في غياب مقدمات عينية تتعلق بأجسام المجموعة الشمسية، لا سبيل لاشـــتقاق (2) من مبادئ الميكانيكا النيوتونية العامة. وعلى نحو

مماثل، فإن اشتقاق (3) استنباطا من النظرية النيوتونية يتطلب درايه بكتلة الأرض ونصف قطرها.

ثمــة صــعوبة أخرى تواجه هذا النهج تتعين في أنه لا يتضــح أن محامــل ومحــددات مصــادرات النظريه المؤولة امبيريفــيا شــاملة إطلاقــا. فالطول يعرف إجرائيا عبر المتر الفياسي، والوزن عبر الجرام الفياسى. صحيح أنه يمكن لوحدات الفياس هده أن تستنسخ بشكل غير محدود بمجرد تعريف علاقة تساوي مناسبة، ولكن ما لم يحــدَّد حسم بعينه بوصفه "الــ" متر الفياســي أو "الــ" جرام القياسى، لن يكون بالمقدور إجراء أي قياس. قد يقال إنه بالرغم من وجوب اختيار جسم بعينه بطريفة عرفــية بوصفه الجسم الفياسى، يمكن للعالم الاخيبار بينه وبين أي حســم آحــر يساويه في الحواس المتعلقة. على هذا النحو نستطيع الدفاع عن الزعم بأن "أحمر" محمول شامل إطلاقا رغم وحــوب أن يعرف إشاريا عبر جسم أحمر أو آخر بعينه، إذ لا ضــرورة في أن نشير إلى **هذا** الجسم الأحمر عوضا عن **ذاك**. غــير أن هــذا التصــور لا يــبدو ملائما نسبة إلى مفهوم في الميكانــيكا غايــة فــي الأساســيه، أعني مفهوم نسق العطالة

المتصـــمن فـــي فـــانون العطالة. يفر هدا الفانون أن أي جسم معـــزول إما أن بكون ساكنا أو متحركا حركة منتظمة نسبة إلى أي نسـق عطالـــي. أيضـــا فإنه متضمن في مصادرة النظريه النسبية الحاصة التي تقر أن سرعة الضوء (في الفراغ) ثابتة في كـــل أنســاق العطالـــة. ولكن ما المقصود بنسق العطاله؟ يمكن اعتبار ثلاثة تعاريف:

(1) هـــو النســـق الذي يكون الشيء المعزول نسبة إليه ســـاكنا أو متحركا بشكل منتظم. يقر الاعتراض البين على هذا الـــتعريف أنه يجعل قانون العطالة تحصيلا حاصلا غير مجد. غـــير أنـــه يســـتخدم بالفعل استخداما تنبئيا وتفسيريا مهما، فهو يستخدم مثلا صحة قانون الأجسام الساقطة بحرية وقانون القوى المستقلة في اتساق مسار القطع المكافئ للمقذوفات.

(2) هـــو النسق الذي لا تستبان فيه قوى العطالة، مثل قـــوى القصـــور الذاتي. غير أن اختبار قوة العطالة (أ) اختبار ذاتـــي؛ الشـــد والدفـــع المختبريـــن من قبل الملاحظ، كالجذب المركزي الخارجي في العربات الدوارة اوالاندفاع الأمامي الذي يحـــس به المسافر حين تخفف الحافلة من سرعتها فجأة. لذا فإن

المفهــوم المعرف (النسق العطالي) لن يكون قابلا للتطبيق على أنســاق ماديــة فــي الفضاء الخارجي، رغم أن قوانين الحركه نوظــف بــالفعل في علم الفلك. أو (ب) يمكن لفوى العطاله أن تنستق **بالـتعريف** حين لا تلائم التسارعات الملاحظة الصياغه F=m.a، على افتراض أن ما يسمبه نيوتن القوى "المؤيرة" وحدها التي تحدث أثرا. فإذا دحرجت كرة على أرضية فطار متحرك، فــى اتحاه حركنه، وتوقف القطار فجأة في ذات اللحظة، سوف يفــوق تســارع الكرة الناتج نسبة القوة المؤثرة إلى كتلتها، وبدا يمكن اشتقاق فعل قوة عطالة (تعزى إلى تسارع القطار المطلق) بمجــرد قــياس مجموع تسارع الكرة وملاحظة أنه يفوق القدر المستلزم من قبل قانون الحركة. من البين أن هذا التعريف لفوة العطالــة، ومــن ــم نعريف نسق العطالة، لا يتسق والمحتوى الواقعي الذي تستمل عليه قوانين الحركة.

(3) هو النسق الدي لا يتسارع نسبة إلى النجوم الثابتة. هــذا هــو التعريف الوحيد الدي يستخدمه علماء الفيزياء عادة، ربمــا لكونــه "إجرائــيا" ولأنه يحول دون جعل قوانين الحركة مجــرد تحصــيلات حاصله عبر مجدية. ولكن على اعتبار أن

"النجوم الثابته" ثابت فردي، فإن "نسق العطالة" ليس إذا محمولا شـــاملا إطلاقا، ما يحول دون كون قوانين الحركه، فضلا عن قـــانون ثـــبات ســـرعة الضـــوء فى كل أنساق العطالة، قوانين أساسيه.

3.الثبوت الزمني

يزعم البعض أن القانون الطبيعي يعد فى أساسه علاقة دالـــة تظل ثابتة عبر الزمن. "انتظام الطبيعة" لا يعني وفق هذه الـــرؤيه ســـوى وجود علاقات دالية بسيطة نسبيا بين متغيرات ماديـــة لا تتغير بمرور الزمن. وبالطبع، فإن نوع القانون الذي يقترح هذا التعريف هو القانون التفاضلي في الفيزياء الرياضية. هكـــذا يعبر قانون الجاذبية عن تسارع الجسم المنجذب على أنه داله للمسافة التى تفصله عن الجسم الجاذب: $d^2r/dt^2 = f(r)$. غير أنـــه لا يتضح لماذا يتوجب اعتبار ثبوت العلاقات الدالية زمنيا أكثر أهميه من ثبوته المكانى. حين يصاغ القانون بشكل مكتمل، نجد أنه يقر: بالنسبة لأي جسم x يدور حول جسم مركزي كتلته M ولا يـــتأثر إلا بجاذبـــية هذا الجسم المركزي، بصرف النظر عن مكان حدوث هذه الحركة الدائرية، وبالنسبة لأي زمن t، إذا

كانت d^2r/dt^2 تحدد تسارع الجاذبية في x في t، وكانت r المسافة المتزامنة الفاصلة بين x والجسم المركزي، فإن $d^2r/dt^2 = G.M/r^2$. بتعبير المنطق الرمزي، المكمم الكلي الذي يحكم متغير الزمن ليس أقل أساسية لصياغة القانون بشكل تام من المكمم الكمي الذي يحكم متغير المكان. خلافا لذلك، قد نتساءل ما إذا كان المقصود من هذه العلاقة الدالية هو أن تسري فحسب على المجموعة الشمسية أو أي منطقة بعينها من الفضاء.

أيضا يجادل البعض بأن جزءا من تعريف "قانون طبيعي" يتعين في عدم كون متغير الزمن أحد العوامل التي ترتهن بها الدالة، وفي أنه لا يرد "صراحة" في المعادلة، رغم أنه قد يرد "ضمنا" عبر تعاريف بعض المشتقات (مثل التسارع). في مثالنا، يتطلب حساب تسارع الكوكب في لحظة ما الدراية بقيمة v في تلك اللحظة، دون أن يتطلب الدراية بالزمن. غير أن متغير الزمن يرد صراحة في معادلات الحركة المشتقة من المعادلات التفاضلية عبر حساب التكامل. اعتبر أبسط حالات المعادلات التفاضلية في الديناميكا الكلاسيكية، أعني المعادلة التي تصف حركة سقوط تحت تأثير قوة ثابتة:

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = g$$

بالتكامل نحصل على:

$$\frac{dz}{dt} = g . t. + v_1$$

حيث v_1 السرعة في اللحظة المبدئية t_1 (التى قد تكون صفرا أو لا تكون)، و t الزمن الذي مر. ثم أن:

$$z = ½ g . t^2 + v_1{}^t + z_1$$

(إذا كان الموضع المبدئي z_1 صفرا، وكان الجسم يسقط من حال سكون، فإن المعادلة ترد إلى $z = ½ g. t^2$ ، قانون جاليليو، حيث g ثابت يحدد بالقياس). يبدو أنه لا مبرر لسحب لقب "قانون طبيعي" من معادلات الحركة التكاملية وقصر استعماله على حالة معادلات الحركة التفاضلية.

يشكل معيار ماكسويل مقاربه أكثر ملاءمة، كونه يعامل المكان والزمان على حد السواء فيما يتعلق بانتظام قوانين الطبيعة المصادر عليه. يتعين وفق هذا المعيار أن تخلو المعادلات التي تعبر عن قوانين الطبيعة من أي ذكر "صريح"

لإحداثـــيات الـــرماں والمكان. من البين أن "إحداثيات" هنا تعني قـــيما محددة للمتغيرات x,y,z,t، ولا تعني المتغيرات نفسها. ووفق هـــذا، لا يعدو معيار ماكسويل أن يكون معيار الشمولية المطلقة مطـــبقا علـــى قوانين الفيزياء الدالية. إذا توجب ألا يرد بشكل أساســـي أي ثـــبات فـــردي في الجملة شبه القانونية، سوف يتم استبعاد أوصاف إحداثيات المواضع الزماكانية المعنية. مما سبق قوله في القسم الأول من هدا الفصل، يلزم أن القوانين الأساسية وحدها التي تستوفي هدا الشرط.

الاحتمال والمنطق الاستقرائي[34]

ردولف كارناب

[34] From Rudolf Carnap, *Logical Foundations of Probability* (Chicago Univ Of Chicago Press, 1951), pp 1-3, 20-27, 163, 207-208 221-226 Copyright 1950 by The University of Chicago

ردولف كارناب واحد من السحصيات القياديه في حلقه فيينا وفي حركه "الامبريقيه المنطقيه"، وقد درّس في جامعات فينا وبراغ. في الولايات المتحده قام بالتدريس في جامعه شيكاجو من عام 1936 إلى عام 1953، ومنذ مغادرته إياها ظل يدرس في جامعه كاليفورنيا بلوس أنجلوس ضمن أعماله المهمه العديده نذكر: التراكيب المنطقية في اللغة، مقدمة لعلم الدلاله، اسس المنطق الرمزي الرياضي، المعنى والضروره، وأسس الاحتمال المنطقية، الذى نقتبس منه هذه النصوص

The Logical Syntax of Language, Introduction to Semantics, Foundations of Logic and Mathematics, and Logical Foundations of Probability

---

1. إشكالية هذا الكتاب

تتحدد المهام الأساسية التي يصطلع بها هذا الكتاب في التالي:

1) توضيح، وإن أمكن تعريف، مفهوم **درجة التدليل**.
2) توضيح طبيعة **الاستقراء** المنطقي، وإن أمكن تشكيل نسق في **المنطق الاستقرائي**.
3) توضيح مفهوم **الاحتمال**.

عنايتنا في هذا المقام تقتصر على القليل من التوضيحات التمهيدية لهذه الإشكاليات.

1) حين يتحدث العالم من جهة عن قانون أو نظرية علمية أو جمله مفردة (تنبؤ على سبيل المثال)، ويتحدث من أخرى عن معطيات ملاحظية أو نتائج تجريبية بعينها، غالبا ما يقيم علاقة بين هذه الحدود في صياغات من القبيل التالي:

* "تدل هذه التجربة مرة أخرى على النظرية T" (أو " تطرح شاهدا جديدا على).

* "تم التدليل على نظرية الكم عبر المعطيات التجريبية المعروفة في الوقت الراهن بدرجة تفوق تلك التي توفرت منذ عشرين عاما" (أو " عززت بدرجة أقوى بـــ ").

عادة ما تكون مفاهيم الشاهد والتدليل أو درجة التدليل المستخدمة في مثل هذه الجمل مفهومة تماما نسبة إلى مقاصدنا العمليه البسيطة، غير أنها لا نكاد نحظى بتوضيح مدقق فيه. تتمثل إحدى المهام الرئيسة التي يقوم بها هذا الكتاب في جعل هذا الضرب من المفاهيم دقيقا وفي طرح نظرية في العلاقات المنطقية القائمة بين أى فرض وأي قدر من المعلومات التي يمكن اعتبارها شواهد عليه.

2) إشكالية الاستقراء بمعناها الأكثر عمومية، المتعلقة بالفروص التي قد تتخذ أي شكل، لا الشكل الكلي وحده، تعد أساسا ذات الإشكالية الخاصة بالعلاقة القائمة بين الفرض وما يشهد عليه من أدلة. لهذا، فإن طرح تعريف لمفهوم درجة الدليل، وتشكيل نظرية منطقية تنهض على هذا المفهوم، يمكّنان من تشكيل نسق في المنطق الاستقرائي. وفي حين يمكن اعتبار المنطق الاستنباطي نظرية مؤسسة على مفهوم التالية المنطقية أو القابلية للاستنباط، يعد المنطق الاستقرائي نظرية مؤسسة على ما يمكن تسميته بدرجة القابلية للاستقراء، أي درجة التدليل.

3) وعلى نحو مماثل، تتعلق إشكالية الاحتمال بشكل وثيق بإشكالية الاستقراء. هذا أمر غالبا ما يلحظ على الأقل بخصوص أحد مختلف مناهج الاحتمال، الذي يسمى أحيانا بالاحتمال الاستقرائي، التي عرفها التطور التاريخي. سوف نحاول تبيان ضرورة القيام بالتمييز أساسا بين مفهومين للاحتمال: المفهوم الذي يعرَّف عبر التكرار والمطبق امبيريقيا، والمفهوم المنطقي الذي يتماهى مع درجة التدليل. سوف نؤكد

أهمية كل من هذين المفهومين نسبه إلى نهج العلم، بحيث يتم حسم الجدل بينهما.

هكذا يسنبان أن واحدة من المشاكل (أو عديدا منها) التي نرغب في مقاربتها تختص بالنالى. ثمة حد بعينه ("شاهد تدليلى"، "درجة بدليل"، "احتمال") يستحدم في اللغة والعلم، دون أن يتم تعريفه بشكل دقيق، نتعي محاولة استخدامه بطريقة أكثر دقة أو نقوم بتحليله.

تكمن مهمة التحليل في جعل مفهوم غير دقيق مفهوما دقيقا أو في استبدال الثاني بالأول. نسمي المفهوم المعطى (أو الحد المستخدم في الإشارة إليه) بالمحلَّل، ونسمي المفهوم الدقيق المقترح بديلا عنه (أو الحد المستخدم في الإشارة إليه) بالمحلِّل. قد ينتمي المحلَّل إلى اللغة اليومية أو إلى مرحلة سابقة من مراحل تطور لغة العلم. يتعين أن يُطرح المحلِّل عبر قواعد صريحة تقنن استخدامه، كأن يطرح باستحدام تعريف يقوم بدمجه فى نسق مشكَّل بطريقه جيدة من المفاهيم العلمية المنطق_رياضية أو الامبيريقية.

II. التدليل، والاحتمال، والاستقراء

إجراء الندليل إجراء مركب ينكون من مكونات تنسب إلى أنواع مختلفة. في هذا الكتاب نعنى فحسب بما يمكن تسميته بالجانب المنطقي من التدليل، أي بعلاقات منطقية محددة تقوم بين الجمل (أو القضايا المعبر عنها بهذه الجمل) وضمن ممارسة عملية التدليل. تعد تلك العلاقات مهمة نسبة إلى العالم في الموقف التالي على سبيل المثال. حين يرغب في اختبار فرض بعينه h فإنه يقوم بصياغة نتائج ملاحظاته، أو بصياغة القدر الأكبر مما يتعلق منها بفرضه، في شكل تقرير e، الذي يعد جملة طويلة. بعد ذلك يحاول أن يحدد ما إذا كان الشاهد الملاحظي e يدل على h، وإلى أي حد يدل عليه. نحن معنيون فحسب بهذا السؤال الأخير. سوف نعتبره سؤالا منطقيا لأنه ما أن تتم صياغة الفرض باستخدام h وتتم صياغة أي شاهد ممكن عبر e، الذي قد لا يكون الشاهد الذي تمت ملاحظته بالفعل، حتى يتم حل إشكالية ما إذا كانت e تدل على h، وإلى أي حد تدل عليه، بتحليل منطقي لكل من h و e وللعلاقة القائمة بينهما. ليس هذا سؤالا متعلقا بالحقائق، فالإجابة عنه لا ترتهن بالدراية بأي منها. صحيح أن الجملتين h و e، موضع الدراسة، تشيران

إلى حقائق، ولكن بالحصول عليهما، لا ينطلب السؤال سالف الذكر سوى القدرة على فهمهما، أي استيعاب معانبهما، فضلا عن إثبات علاقات مؤسسة على تلك المعاني. ولأننا نعتبر علم الدلاله نظريه فى معاني تعبيرات اللغة، خصوصا جملها (وهذا أمر سوف نعنى بتوضيحه لاحقا)، يمكن اعتبار العلاقات القائمة بين h و e التى سوف نقوم بدراستها علاقات دلالية، وهذا هو سبب تسميتنا إياها **بمفاهيم التدليل الدلالية.**

اعتبرت مسألة التدليل التي نتناولها هنا مسألة منطقية. ولدرء سوء الفهم، يتعين أن نبدي التحفظ التالي. السؤال المطروح لا ينتمي إلى المنطق الاستنباطي بل إلى المنطق الاستقرائي ثمة قاسم مشترك بين هذين الفرعين من فروع المنطق يتعين في أن حل إشكالياتهما لا يرتهن بالحصول على معرفة واقعية، بل يتوقف فحسب على تحليل المعنى، ما يستلزم أن كليهما ينتمي إلى علم الدلالة. يمكّن هذا التماثل من توضيح الخصائص المنطقية التي تختص بها علاقات التدليل بالقياس على علاقة نألفها في المنطق الاستنباطي، عنيت العلاقة التي نسميها في مصطلحنا "الاستلزام_L" (الاستلزام المنطقي في

مقابل الاستلزام المادي) القائمة بين h و e. هب أن e تقر أن "كل إنسان فان، وسقراط إنسان"، وأن h تقر أن "سقراط فان". لكل من h و e محتوى واقعي بيد أن إجابة السؤال ما إذا كانت e تستلزم_L الفرض h لا تستدعي أية معرفة واقعية، فنحن لا نحتاج إلى معرفة قيم صدق أي منهما، ولا للدراية بما إذا كان هناك من يعتقد في صدق e ووفق أي أساس يعتقد في صحتها. كل ما هو متطلب هنا هو القيام بتحليل منطقي لمعاني تينك الجملتين. وعلى نحو مماثل، فإن الإجابة عن السؤال المتعلق بقدر التدليل الذي تحصل عليه h من التقرير الملاحظي e، وهو سؤال منطقي رغم أنه استقرائي لا استنباطي، لا تستدعي أية معرفة بقيم صدق أي منهما ولا بما إذا كان هناك من يعتقد في صحة e وما إذا كان اعتقاده ذاك يركن إلى ملاحظاته أو خيالاته أو أي مصدر آخر. كل ما نحتاجه هو تحليل منطقي لمعاني تينك الجملتين. هذا هو علة تسمية هذه الإشكالية بإشكالية التدليل المنطقية أو الدلالية، تمييزا لهما عما يمكن تسميته بإشكاليات التدليل المنهجية (مثال إشكالية تحديد أفضل طريقة لاستحداث أداة ما ولاستحدامها في تجارب بعينها،

ولإحراء هده التحارب وملاحظة النتائج، ، بعية القيام باختبار تجريبي لفرض معطى).

سوف نتناول في هذا الكتاب **ثلاثة مفاهيم دلالية للتدليل**. ورغم أن الشاهد في التطبيق سالف الذكر عادة ما يكون تقريرا ملاحظيا، والفرض قانونا أو تنبؤا، لن نقصر مفهومنا للدليل على أي محتوى أو شكل بعينه بتحدده نانك الحملتان.

(1) **المفهوم التصنيفي للتدليل**: هو العلاقة القائمة بين الجملتين h و e التى تصاغ عاده عبر حمل تتخد أحد الأشكال التالية:

"h مدلل عليها من قبل e".

"h معززة من قبل e".

"توفر e بعض الشواهد (الإيجابية) على h".

"e شاهد يدعم افتراض h".

كما في الأمثله السابقة، e هنا تقرير ملاحظي، لكنها قد تشير أيضا إلى أوضاع بعينها لم تسبق لنا الدراية بها بل تم افتراضها، وقد تستمل على قوانين مفترضة. من جهة أخرى، عادة ما تكون h حملة تتعلق بوضع نجهله (تنبؤ مثلا)، وقد

نكون قانونا أو أى فرض آخر. من البين أن هذا المفهوم للدليل علاقة بين جملتين وليس خاصية أحادية تختص بها إحداهما وبيّن أيضا أن الصياغات المألوفة التي تقتصر على ذكر إحداهما صياغات مختزلة، على اعتبار أن الشاهد مفهوم ضمنا. فحين يقول عالم الفيزياء "هذا الفرض مدلل عليه بشكل قوى"، فإنه يعني " وفق شواهد النتائج الملاحظية المعروفة لدينا الآن".

(2) **المفهوم المقارني للتدليل:** الذي يعبر عنه عادة بحمل تتخذ الأشكال التالية، أو أشكالا مشابهة لها:

(ا) "درجة تدليل e على h تفوق درجة تدليل e' على h'".

لدينا هنا علاقة ثلاثية تقوم بين أربع جمل. ويمكن أيضا اعتبارها علاقة ثنائيه تقوم بين زوجين من الجمل، h,e و h',e'. بوجه عام ثمة اختلاف بين الفرضين h,h'، وكذا الشأن بين الشاهدين e,e'. قد يرتاب بعض العلماء في إمكان هذا النوع العام من المقارنة وقد يقومون بقصر تطبيق المفهوم المقارني على المواقف التي تتم فيها مقارنة شاهدين نسبة إلى ذات الفرض (المثال ب أدناه)، أو تلك التي يتم فيها اختيار فرضين

نسبة إلى ذات الشاهد (المثال ج). في هدين الحالين يكون المفهوم المقارني علاقة ثلاثية تقوم بين ثلاث حمل.

(ب) "تحصل نظرية النسبية العامة اليوم على دعم من التجارب المعمليه والملاحظات الفلكية أقوى من الدعم الدى حصلت عليه عام 1905".

(ح) "الظواهر البصرية التي توفرت لدى علماء الفيزياء في القرن التاسع عشر تفسَّر بشكل أكثر ملاءمة بنظرية الضوء الموجبة منها من النظرية الجسيمية؛ بكلمات أخرى، توفر تلك الظواهر دعما للنظرية الأولى أقوى من دلك الدي توفره للنظرية الثانية"

(3) **المفهوم الكمي (أو القياسي) للتدليل:** هو مفهوم **درجة التدليل**. يبدو أن ثمة اختلافا في الرأي حول ما إذا كان مثل هذا المفهوم يرد في أحاديث العلماء العادية، أي ما إذا كانوا يحددون قيمة عددية لقدر الدعم الذي يحصل عليه الفرض من الشواهد الملاحظية، أو ما إذا كانوا يستخدمون فحسب مفهومي التدليل التصنيفي والمقارني. في نقاشنا الراهن، نعلق الحكم بخصوص الإجابة عن هذه المسألة؛ وحتى إذا اتضح صحة

الرأي الأخير، سوف يكون من المجدي أن نحاول إيجاد محلِّل كمي للمحلَّل المفاربي في نقاشنا العام لمختلف الحلول، سوف نستخدم الرمز 'c' للإشارة إلى درجة التدليل. هكذا نعنى من 'c(h,e) = q' "درجة التدليل على h نسبة إلى e هي q"، حيث h و e جمل، و r عدد حقيقي يقع بين 0_1

تاريخ نظرية الاحتمال هو تاريخ محاولات العثور على تحليل لمفهوم الاحتمال قبل العلمي. عدد الحلول التي تم اقتراحها لهذه الإشكالية عبر تطورها التاريخي عدد هائل، ورغم أن الفروق بينها طفيفة في بعض الأحيان، إلا أنها بيّنة في حالات كثيرة

لن نخوض فى هذا المقام في نقاش هذه المفاهيم المختلفة. في حين أن اهتمام أصحاب وقراء مختلف نظريات الاحتمال يتركز عادة على الحلول المقترحة فيها، سوف نقوم بفحص تلك النظريات من منظور مختلف. لن نتساءل عن الحل الذي يطرحه المنظِّر بل عن الإشكاليات التي رامت نظريته حلها؛ بكلمات أخرى، لن نتساءل عن المحلِّل المقترح بل عن هوية المفاهيم المحلَّله.

قد يبدو أن هذا السؤال تعوزه القيمة، كما أنه من البين أن محلَّل كل نظرية في الاحتمال هو المفهوم قبل العلمي للاحتمال، أي المعنى الذي تستحدم كلمة "احتمال" وفقه في اللغة قبل العلمية. ولكن، هل يصح افراض وجود معنى واحد يرتبط بتلك الكلمة في استخدامها العادي، وعلى أقل تفدير، هل لنا أن نفترض أن هناك معنى واحدا تم اختياره من قبل أصحاب النظريات الاحتمالية بوصفه محلَّلا؟ حين ننظر إلى الصياغات التي يطرحونها لتوضيح أي معاني "الاحتمال" يرغبون في اعتباره محلَّلا، نعثر على عبارات تختلف باختلاف التعبيرات التالية: "درجة الاعتقاد"، "الجدارة بالثقة"، "درجة التوقع المعقول"، درحة الإمكان"، درجة مقاربة اليقين"، "درجة الصدق الجزئي"، "التكرار النسبي"، وكثير غيرها. إن هذه التعددية فى العبارات إنما تبين أن افتراض أي محلَّل مفرد مشترك بين مختلف المنظرين افتراض باطل. قد نغرى حتى بالذهاب إلى حد الزعم بأنهم لا يتعاملون مع مفهوم واحد بل مع دزينة أو أكثر من المفاهيم المتباينة. على دلك، أعتقد أن هذه التعددية مضلِّلة، إذ يبدو لي أن عدد المحلَّلات في مختلف نظريات

الاحتمال ليس واحدا ولا يقترب من الدزينة، وأننا إذا أغفلنا التنويعات الطفيفة واهتممنا بالجوانب الجوهرية، سوف نجد عددا قليلا منها، اثنين على وجه الضبط. في النقاشات التالية سوف نستخدم علامات سفلية كي نميز بين هذين المعنيين الأساسين للفظة "احتمال" اللذين تركن إليهما معظم نظريات الاحتمال المختلفة. وبالطبع فإننا نميز بين محلَّلين لا بين مختلف المحلِّلات التي تطرحها تلك النظريات متكثرة العدد. والمفهومان هما (1) **احتمال**$_1$ = درجة التدليل؛ (2) **احتمال**$_2$ = التكرار النسبي على المدى الطويل. إذا تحرينا الدقه سوف نقول إن هناك مجموعتين من المفاهيم، إذ ثمة نسبة لكل من (1) و (2) مفاهيم تصنيفية ومقارنية وكمية. على ذلك، لنا أن نعقل هنا هذه التمييزات

الموضوع الأساسي في هذا الكتاب هو إشكالية تحليل الاحتمال$_1$.

تسكل نظرية مفهوم درجة الاحتمال، المؤسسة على تعريف صريح لهذا المفهوم، **منطقا استقرائيا كميا**. إذا لم نتمكن من إيجاد محلِّل كمي ملائم، أو إذا استحال كما يرعم البعض

إيجاده، سوف نضطلع بمهمة تعريف محلِّل مقارني التي تعد أقل طموحا، والتي تفضي إلى **منطق استقرائي مقارني...**

سبق أن قمنا بتوضيح الاحتمال$_1$، المفهوم المنطقى للاحتمال، بوصفه محلَّلا، وسوف نقوم بتحليله لاحقا بشكل مفصل. وفى هذا المقام نطرح بعض التوضيحات للاحتمال$_2$، بغية توضيح ما يميزه عن الاحتمال$_1$. نظرية الاحتمال$_2$ نفسها تتجاوز نطاق هذا الكتاب، الذي يتعامل مع المنطق الاستقرائي، ويُعنى من ثم بالاحتمال$_1$. ثمة مثال تقليدي على استخدام لفظة "الاحتمال" بمعنى الاحتمال$_2$ يقر:

"احتمال الحصول على آص من هذا النرد هو 1/6."

نشير مثل هذه الجملة إلى خاصيتين (أو فئتين) من الحوادث: الفئة الإشارية K، فئة رميات النرد هنا، والخاصية المحددة M، خاصية الرمي بأي نرد ينتج عنه آص. تقر الجملة أن احتمال$_2$ M نسبة إلى K هو 1/6، وهي تختبر بالبحث الإحصائي. نقوم برمى النرد المعني عددا كافيا من المرات n، كما نقوم بعد الرميات m التي تنتج آصا. إذا كان التكرار النسبي **m/n** للآصات فى هذه السلسلة قريبا إلى حد كاف من 1/6، نقر أن

الجملة قد نم النذليل عليها. بالمقابل، تفهم الجملة على اعتبار أنها تتنبأ بأن التكرار النسبي للأصات الناتجة عن رمى هدا النرد مرات عديدة سوف يكون 1/6. إننا نسلم بأن هده الصياغة ليست دقيقة، غير أننا لا نقصد منها سوى التلميح إلى معنى "الاحتمال$_2$" بوصفه محلّلا. أما جعل هذا المفهوم دقيقا، فمهمة يقوم بها المحلِّل

نحدد الآن باختصار خصائص بعض أهم أنواع الاستدلال الاسقرائي، دون أن نزعم أن الفائمة التالية جامعة أو أنه لا تداخل بين عناصرها.

1) **الاستدلال المباشر**، أي الاستدلال من المجموعة الكلية على العينه. (يسمى أيضا بالاستدلال الداخلي أو الهابط). قد نفر e تكرار الخاصبة M فى المجموعة الكليه، وكدا شأن h نسبة إلى عينة تلك المجموعه.

2) **الاستدلال التنبئي**، أي الاستدلال من عينة على أخرى منفصلة عنها. (بسمى أيصا بالاستدلال الخارجي). هذا هو أكنر أنواع الاستدلال الاستقرائي أهمية وأساسية الحالة

الحاصة التى تكون فيها العبنة الثانية مكونة من فرد واحد يسمى **باستدلال التنبؤ المفرد**

3) **الاستدلال عبر المناظرة**، الاسدلال من فرد على آخر ووفق ما يُعرف من أوجه تشابه ببيهما.

4) **الاستدلال المعكوس**، الاسندلال من عينة على المجموعه الكلية. (يسمى أيضا بالاستدلال الصاعد). يحتاز هذا النوع من الاستدلال على أهمبة في سياق المسائل الإحصائية العمليه، تفوق نلك التي يحظى بها الاستدلال المباشر، لأننا عادة ما نحصل على معلومات إحصائية تقتصر على العينات التي تمت ملاحظتها بالفعل، بحيث تعوزنا المعلومات الخاصة بالمجموعه الكلية. لقد حظيت مناهح الاستدلال المعكوس (الدي يسمى غالبا "الاحتمال المعكوس") بكتير من الاهتمام في المرحلة الكلاسيكية وفي علم الإحصاء الحديث. الواقع أن الجدل حول سلامة المناهح التقليدية الحاصة بالاستدلال المعكوس قد شكلت أحد العوامل الرئيسة فى نطور مناهح الإحصاء الحديثة.

5) **الاستدلال الكلي**، الاستدلال من العينة على فرض ذي صياغة كلية. غالبا ما يعد هذا الاستدلال أكثر أنواع الاستدلال

الاستفرائى أهمية. الواقع أن لفظه "الاستفراء" غالبا ما اقتصر تطبيقها في الماضي على الاستقراء الكلي

III.في إمكان منطق استقرائي كمي

حين يتم تطوير المنطق الاسنفرائى الكمي — وهذه مهمة لم يقدر لها أن تنجز حتى الآن، ولا يعد هذا الكتاب بإنجازها— بحيث يكون قابلا للتطبيق على لغة الفيزياء بأسرها، سوف يمكّن من تحديد على سبيل المثال أي زوج من زوجين من الفروض الفيزيائية يحصل على دعم أقوى من قبَل فئة من النتائج الملاحظية، ما يجعله مفضلا من وجهة نظر استقرائية. يشير المرتابون في إمكان تشكيل منطق استقرائي كمي، وهم محقون في هذا الخصوص، إلى حقيقة مفادها تنوع العوامل المؤثرة في اختيار الفرض فى ممارسة العلم. بعض منهم يعتقد أن تحديد هذا التخير عبر صيغ حسابية بسيطة لا يقل منافاة للعقل عن تحديد، نسبة لكل رجل، المرأة التي يناسبه رواجها.

وللحكم على مثل هذه الاعتراضات، من المهم أن نعي بشكل واضح طبيعة المنطق الاستفرائى والمهمة المنوطة به، خصوصا ما يميزه عن نهج الاستقراء. ليس بمقدور المنطق

الاستقرائي بمفرده تحديد أفضل الفروض نسبة إلى الشاهد المتوفر، إذا كنا نعني بأفضل الفروض ذلك الذي سوف يفضله العلماء المهرة. السبب في ذلك إنما يرجع إلى أن هذا التفضيل تحكمه عوامل متعددة ومتنوعة ، بعض منها منطقية، منهجية، وأخرى ذاتية صرفة

إذا أفكر عالم الفيزياء فيما إذا كان يتعين عليه قبول فرض عوضا عن آخر وفق نتائج ملاحظية متوفرة لديه، لن يكون في وسعه أن يفيد من المنطق الاستقرائي إلا في جانب واحد. اذسوف يحدد له هذا المنطق ما إذا كان الشاهد يدعم فرضا بدرجة أقوى من تلك التي يدعم وفقها فرضا آخر. إذا كان المنطق الذي يستخدمه ليس مقارنيا فحسب، بل كمي أيضا، سوف يحدد له درجة دعم الملاحظات لفرضه، أي درجة الاستلزام المنطقي الجزئي. غير أنه لن يفيد من هذا العون إلا إذا كان المنطق الاستقرائي قد بلغ حدا كافيا من التطور وتمكن هو من إيجاد سبيل لتطبيقه على حالته الخاصة. أما سائر العوامل الأخرى التي تؤثر في تفكيره وقرراه فتتجاوز نطاق المنطق الاستقرائي

حتى لو قمنا بالتمييز بشكل واضح بين العوامل المنطقية والعوامل المنهجية وغير المنطقية، تظل مسألة إمكان منطق استقرائي كمي بعيدة عن الحسم. تبقى على وجه الخصوص إشكاليتان: هل يتسنى قياس العوامل المنطقية، بحيث تحدد لها قيم عددية؟ وهل بالمقدور إيجاد دالة رياضية لتلك القيم العددية تمثل درجة التدليل، أي محلِّل كمي ملائم للاحتمال$_1$؟

يرتاب بعض الطلاب أو يقولون باستحالة طرح تقويم عددي حتى لبعض العوامل التي اعتبرناها منطقية. دعونا نفحص كمثال العوامل التي يذكرها كرايس في هذا الخصوص. بعد أن يناقش الاستدلال بالمناظرة تراه يتحدث عن الاستدلال الاستقرائي الكلي الذي يفضي من الخبرة إلى قوانين، أي إلى جمل ذات محتوى كلي. يقول كرايس، "وعلى وجه الخصوص، إذا اختارت جملة من هذا القبيل على نتائج شديدة التنوع وقابلة للتطبيق على حالات كثيرة، بحيث يكون بالمقدور تأسيسها على نتائج خبراتية متنوعة، لا سبيل لإنكار استحالة وجود مقياس عددي لهذا التأسيس أو التدليل الامبيريقي. البحث عن قيمة عددية لمدى يقينية قانون العطالة أو مبدأ بقاء الطاقة مثلا

محاولة واهمة، وكذا الشأن نسبة إلى المبرهنات الأقل دعما فى هذا المجال أو في غيره من المجالات. بالنسبة إلى أية جملة من هذا القبيل، بسط ودقة بدلبلها الامبيرقي، وغنى وخصوبة تطبيقها، ولبس أقل من ذلك الاعتراضات ضدها التي يتعين الخلاص منها عبر افتراضات جديدة، كل هذه عوامل تحول من حيث المبدأ دون أي تحديد عددي".[35] بقوله "من حيث المبدأ" يشير كرايس إلى رغبته في إغفال الصعوبات الناجمة عن حقيقة كون مناهج المنطق الاستقرائي لم تتطور بعد إلى حد كاف، وحقيقة أن التعقيد الهائل الذي ينطوي عليه الموقف نسبة إلى أمثلته قد يحول عمليا دون القيام بتحديد عددي. **من** العوامل التي يأتي على ذكرها، تعد التالية عوامل ذات طبيعة منطقية: بسط المواد الملاحظية المدللة؛ وتنوعها؛ ودقتها؛ وبسط (وتنوع ودقة) المواد الداحضة فى النص المقتبس، يصدر كرايس حكمين مختلفين بخصوص هذه العوامل. إنه يقر (1) أن " كل هذه عوامل تحول من حيث المبدأ دون أي تحديد عددي"، ولذا (2) "يستحيل وجود مقياس عددي لهذا التدليل الامبيريقي".

[35] J von Kries, *Die Pı ınzıpıen deı Wahı scheınlıchkeıtsı echhnung* Freıburg 1886, pp 25 *f*

يتوحب التسليم بالصعوبة الكأداء المتصمنه فى (2) والتى سوف نعنى بنقاشها في الجرء التالي. عير أن الإقرار (1) يبدو مفاجئا، إذ أن نقيضه يبدو واضحا، كما أنه مفترض بوجه شبه عام من قبل العلماء.

دعونا نقم بفحص دقيق لهدا الحكم. إنه يقر أنه يستحيل من حيث المبدأ تحديد قيمة عددية للعوامل التى يأتى على ذكرها ــ بصرف النظر عن مسألة ما إذا كان بالمقدور استخدام هذه القيم في تحديد درجة التدليل. هناك بداية إشكالية إحصاء عدد الحالات التدليليه والداحضة للفرض الكلي المعطى h في التقرير الملاحظي المعطى e. صحيح أن ثمة صعوبات متضمنة في هذه المسألة، رغم أنه كثيرا ما يغض الطرف عنها. عادة ما يفترض، بسبة إلى كل المقاصد العمليه، وضوح ما يُعنى بالحالة المدلِّلة والحالة الداحصة لــ h، ومن ثم ما يعنيه عدد هذه الحالات في e. لقد كان كارل همبل، فى بحثه في مفهوم التدليل، أول من نبه إلى الصعوبات المتضمنة في تلك المفاهيم بالمقدور إيجاز الصعوبة الأساسية على النحو التالي. هب أن h

هو القانون البسيط (x) (Mx → M’x)،[36] حيث " M ", " M’ " محامبل جزيئية. قد تكون h مثلا كل البجع أبيض. هب أيضا أن s هي " Mb . M’b " (أي أن"b بجعة بيضاء"). يبدو من الطبيعي اعتبار s حالة تدليلية على القانون h. افترض الآن أن r هي " Mc . M’c " ("c بجعه لىست بيضاء"). سوف يبدو من الطبيعي أيضا أن نعتبر r حالة داحضة لـ h. افترض الآن أن ’s تقر " Md . M’d " ("d ليست بجعة ولا بيضاء"). قد نغرى في البداية باعتبار d حالة غير متعلقة بالفرض h، أي بإقرار أنها ليست حالة تدليلية عليه ولا داحضة له. ولكن، هب أن ’h قانون يقر (x) (M’x → Mx) ("كل ما ليس بأبيض ليس بجعة"). علاقة ’s بـ ’h هي ذات علاقة s بـ h، ولذا تعد d حالة تدليلية على ’h. غير أن h متكافئة_L مع ’h، فهما يعبران عن ذات القانون ولا يختلفان إلا من حيث الصياغة، ما يوجب على كل ملاحظة أن تدل عليهما معا أو لا تدل على أي منهما. من جهة أخرى، إذا

---

[36] [في هـذه الصياغة، (x) تعني "تصرف النظر عما تكونه x"، أو باختصار "بالنسبة لكل x" هكـذا تقرر الصياغة في مجملها "بالنسبة لكل x، إذا كانت x تختص بالخاصية M، فـإن x تختص بالخاصية ’M"، أو "كل M هو ’M" الرمز ’_‘ يعني "ليس"] (المحرر)

وحد من يرغب في احتبار القانون الذي يقر أن كل البجع ابيض شيئا ليس بعجة، حجرا مثلا، ولاحظ أنه رمادي اللون وليس أبيض، من المرجح أن يتردد في اعتبار ملاحظته حالة تدليلية على ذلك القانون. نقترح تسمية هذا اللغز بمفارقة همبل، كونه أول من أشار إليه وطرح حلا له

يقترح همبل تعريفا لمفهوم الحالة التدليلية يفترض أنه يتغلب على هذه الصعوبة فضلا عن صعوبات متضمنة أخر. حتى لو كانت هناك شكوك حول كون تعريف همبل أضيق مما يجب، يبدو من المعقول أن نفترض إمكان الحصول على تعريف ملائم. وعلى أي حال، لم يتسن بعد لأحد طرح أية أسباب تسوغ الحكم باستحالة إيجاد مثل هذا التعريف من حيث المبدأ. على العكس تماما، يتحدث العلماء تكرارا عن عدد الحالات التدليلية. قد يقول عالم الفيزياء على سبيل المثال إنه قام بإجراء ست تجارب لاختبار قانون بعينه وإنه اكتشف أنه مدلل عليه من قبل جميع الحالات الست. أيضا قد يقر الطبيب أنه جرب عقّارا جديدا على عشرين حالة مرضيه وأنه وجد أنه ناجح في اثنتى عشرة حالة، فاشل في خمس، في حين أن

النتيجة لم تكن واصحة في سائر الحالات الثلاث، مشيرا بهدا إلى حالات تدليلية وأحرى داحضة وثالثة غير متعلقة بفرضه الدى يقر إيجابية آثار عقاره نسبة إلى المرض المعنى. فى مواقف أخرى، يكون تطبيق مفهوم الحالة التدليلية أقل وضوحا. لكن هذا إنما يبين أن المفهوم غامض فى جوانب بعينها. بيد أن كل المحلَّلات غامصة بدرجة أو بأخرى، وهذه حقيقة لا تثبت استحالة طرح محلِّلات.

دعونا إدن نفترض، كما يبدو أن جل العلماء يفترضون صمنا، إمكان تعريف مفهوم الحالة التدليلية؛ سوف يكون مفهوم الحاله الداحضة قابلا بسهولة لأن يعرَّف. بعد ذلك نستطيع أن نحصي عدد الحالات التدليلية التى يشتمل عليها التقرير الملاحظي e. إذا كانت الحالات تنتمي إلى أنواع مختلفه، نستطيع تحديد عدد الحالات التدليلية الخاص بكل نوع. لن يصعب آنذاك تحديد مقياس لدرجه تنوع توزيع الحالات، وفق عدد الأنواع وأعداد حالات كل منها. إذا لم تكن الفروق بين الأنواع نوعية فحسب (دكور وإناث مثلا، أو كائنات بشرية، كلاب، وخنازير هندية) بل كمية أيضا (أشخاص من أعمار،

أوزان، ودرجات ضغط دم مختلفه متلا)، سوف نتوقف درجة النوع أيضا على توزيع الحالات نسبة لكل من المقادير المتعلقه (مفاسة متلا وفق الانحراف المعياري). بهذه الطريقة، نحصل على أعداد تحدد ما يسمنه كرايس نسط وتنوع التدليل الامبيريقي. وبدات الطريقه، بمكن تحديد بسط وتنوع الحالات الداحضة عدديا.

يظل اعتبار كرايس الدقه التي تحقق الملاحظات وفقها القانون عاملا غير قابل للتقويم العددي أكثر مدعاة للاستغراب. إن هذا العامل لا يدخل في الاعتبار إلا إذا كان القانون يشتمل على مفاهيم كميه، مثال المقادير المادية، وكان التقرير e يشير إلى نتائج قياس تلك المقادير. لقد سبق أن تم تطوير مناهج لقياس الدقة بالمعنى المراد هنا مند فترة طويلة في أحد فروع الإحصاء الرياضى يسمى بنظرية الأخطاء، وهي تطبق باستمرار فى كثير من فروع العلم (فمثلا، غالبا ما تعتبر القيمة المتناسبة عكسيا مع الانحراف المعياري مقياسا للدقة)

لا يتضح تماما ما يعنيه كرايس حين يقول إن القانون "قابل للتطبيق على حالات كثيرة" وحين يشير إلى "غنى

وحصوبه تطبيقاته". ربما يريد من "تطبيقات" القانون نتائج ملاحظية. لكن هذا يعنى أن هذه العبارة لا تشير إلى عامل جديد بل تكرر بكلمات مغايرة ما سبق له إقراره. لعله إذن يعنى من "تطبيقات" القانون تطبيقاته التقنية المفيدة عمليا. فى هذه الحالة يكون العامل المشار إليه منهجيا أو تقنيا لا منطقيا، ما يستلزم أنه لا سبيل ولا مدعاة لأخذه في الاعتبار نسبة إلى مفهوم درجة التدليل.

لقد بيّن نقاشنا أن أولى محاجتي كرايس وآخرين، التى حاولوا بها إثبات استحالة وجود درجة كمية للتدليل، محاجة ضعيفة يمكن دحضها بسهولة. مفاد نتيجتهم هو أن هناك عوامل منطقية محددة، يقال بحق إن درجة التدليل ترتهن بها، لا تقبل التقويم العددى من حيث المبدأ. خلافا لذلك، رأينا أنه يمكن على نحو معقول تقويمها عدديا.

بعد الخلاص من أولى محاجتي كرايس وآخرين، التي حاولوا بها إثبات استحالة وجود درجة كميه للتدليل، يمكن صياغة المحاجة الثانية على النحو التالي: حتى إذا أمكن عزو قيم عددية لكل عامل من العوامل سالفة الذكر، التي ترتهن بها

درجة التدليل، يظل من المستحيل إيجاد تعريف لمفهوم كمى لدرجة التدليل يمثل بشكل ملائم هذا الارتهان، وذلك لأن الأدوار التى تقوم بها مختلف العوامل يختلف الواحد منها عن الآخر ويتنوع بتنوع الموقف، ما يحول دون تلخيصها في عدد تعينه.

ورغم أن هذه المحاجة لا تشكل إثباتا مقنعا للاستحالة المزعومة، إلا أن الظروف التى تشير إليها تستحق اهتماما مدققا، كونها تشتمل على صعوبات يتوجب على كل محاولة تتجه صوب تشكيل منطق كمي أن تواجهها.

[هنا يقوم كارناب بمناقشة محاجة كرايس الثانية ــ المحرر].

مقدمة للبساطة[37]

رتشارد ردنر

حصل رتشارد ردنر على درجه البكالوريوس من كليه الملكات وعلى درجه الماجستير والدكتوراه من جامعه بنسلفينيا قام بالتدريس في كورنيل، تفتس، سوارثمور، وجامعه متشجان، وهو الآن أستاذ الفلسفه ورئيس قسمها في جامعه واشطن. أيضا فإنه يشغل منصب مدير تحرير مجله "فلسفه العلم" وله العديد من الدراسات.

بصرف النظر عن السكينة أو عوز الوعي الذاتي الذي ينـتاب العالم الممارس حين يقبل أو يرفض النظريات، لا سبيل لإنكـار أن مسألة تشكيل تحليل فلسفي ملائم لمثل هذه الممارسة تظـل فـي حالـة أزمـتها المزمنة. لقد شهد الماضي القريب

[37] From Richard Rudner, "An Introduction to Simplicity", *Philosophy of Science*, XXVIII, No 2 (April 1961) Pp 109-115 Reprinted by permission of the author who is also editor of the journal

محـــاولات باررة ومفيده (كتلك النى قام بها كارناب ورايكنباح) لطـــرح دلـــك التحليل أساسا فى شكل **منطق للاستقراء.** ونسه لمقاصد موضع انشغالنا الراهن، لا مدعاة لاستعادة اعتبار مدى صـــحة الاعتراضـــات التـــي تبادلها أشياع نظريات الاستقراء "الموضوعية" أو "الإحصائية" مع أنصار "النظريات المنطقية فى التدليل". والواقع أنه لا مدعاه حتى للخوض في المحاجات التي لا تدافع عن أي من دينك الموقفين بل وجهت ضدهما، ولا تلك النـــي تدافـــع عـــن أحدهما ونوجه صد تيارات "ثالثة" من قبيل نظـــريات الاحـــتمال "الداتـــي" التى طهرت في الآونة الأخيرة. الحقـــيقة المؤسفة هي أنه بخصوص الاعتراضات المقنعة صد نظـــريات الاســـتدلال الاستقرائي، تعانى الأدبيات الفلسفية من ارتباك ناجم عن الوفرة.

على دلك، فإن السبب الذى يحول دون قدرة أي من تلك الاعتـــبارات على إعاقتنا إنما يتعين فى حقيقة أنه حتى إذا قدر لأى من برامج المنطق الاستقرائى سالفه الذكر أن نكتمل، بحيث تحقـــق مـــا أمّله أصحابها، فإنها لن تشكل قاعده كامله أو عامة للتخـــير بين النظريات. ثمة اعتبارات مغايرة للقوة التدليليه يعد

تفويمهـــا شـــرطا ضـــروريا للتخبر العفلاني (أي الجدير بالثقة العلمـــية) بين الفروض. يمكن أن نشير إلى أحد تلك الاعتبارات الإضافية بالكلفة المرتبطة بفبول أي فرص، وتمة فلاسفه وكثير مـــن العلماء (بعض منهم معنيون بنظرية الفرارات) شرعوا في الآونة الأخيرة في إيلاء تحليل هذا المفهوم الاهتمام الذي استحقه دومـــا. وبصرف النطر عن مدى أهمية وقدر الاهتمام بالمشاكل المـــتعلقة بتحليل الكلفة، فإننا لسنا معنيين بها في هذا المقام، بل يشـــغلنا اعتـــبار ثالـــث يعد تحليله هو الآخر شرطا ضروريا للحصول على نطرية ملائمة فى الاستدلال الاستقرائى. وبطبيعة الحال فإننى أتحدث هنا عن **البساطة**.

حـــالات الإشـــارة إلـــى البســـاطة في العلم والفلسفة لا تحصـــى، وهى متنوعة إلى حد كبير من حيث المقصد والدقة. قـــبل الشـــروع فـــي العناية بأمر هذا المفهوم أو توكيد أهميته، يتوجـــب أن نقوم بقصر مجال الاهتمام على حد بعينه. يمكن لنا إنجـــاز ذلك عبر تصنيف كل الإشارات المتنوعة للبساطة التي ورثـــناها، بحد أدنى من التعسف، ضمن منظومة تصنيفية ليست معقدة. هكذا يمكن تصنيف استخدامات "البساطة" إلى **انطولوجية**

(مـــا بعـــد للغـــة) أو وصفية (لغوية). التصنيفات الفرعية لهذه الأصـــول هي **ذاتي** (سيكولوجي) **وموضوعي** (لا سيكولوجي). أيضـــا، مـــن المفيد أن نميز ضمن الاستخدامات **الوصفية** بين **التنويتـــي** (المتعلق بالرموز) **والمنطقي** (**البنيوي**). تكفي الأمثلة القلـــيلة التالية لتبيان ذات درجة الوضوح التي نحتار الآن نسبة إلى هذه الأنواع الستة.

اعتـــبر بداية البساطة الانطولوجية. من البين أن كثيرا مـــن الناس الذين استخدموا لفظة "البساطه" أو مرادفاتها يريدون عـــزو خصائص بعينها للكون عوضا عن أوصافنا له. عندهم، الكـــون المفـــارق للغـــة، أو قطاع منه، هو الذي يقال عنه أنه يعرض أو يخفق في عرض درجه أو أخرى من البساطة. فصلا عـــن ذلـــك، فإن عزو خاصية البساطة قد تصنف بأنها **ذاتية** أو **موضوعية**، وفقا على ما إذا كان مفاد مقصدهم أن الكون بسيط (أو خـــلاف ذلـــك) **بشكل مستقل عن طريقتنا في إدراكه** أو أن الكون (المفارق اللغة) يدرك من قبلنا بوصفه بسيطا (أو خلاف ذلـــك). إذا كـــان المراد من الاستخدام هو أن "البساطة" محمول للعـــالم بشـــكل مستقل عن إدراكنا إياه، سوف يُصنف على أنه

انطولوجـــي_موضوعي. فى المقابل، إذا فهمت "البساطة" على أنهـــا محمـــول لاستجاباتنا (المفارقة للغة) للكون (المفارق لها)، ســـوف نعـــبر هذا الاستخدام انطولوجيا_ دائنيا. وبالطبع، فإن حـــالات عزو البساطة للكون ولاستجاباتنا له منكثره فى أدبيات العلـــم والميتافـــزيقا، رغـــم أنها بدت لي دوما غامضة بشكل أساســـي. ولكن، بعد أن ذكرنا أنفسنا بها، لا حاجة لنا بالتفصيل فـــي أمرها أكثر مما هو متطلب لملاحظة أن البساطة الوصفية، عوضا عن الانطولوجية، هي التي تشكل موضع اهتمام نظريات الاستدلال الاستقرائي

نلتفـــت الآن إلى اعتبارات لغوية، فى مقابل الاعتبارات الانطولوجـــية، فـــنقر أن لـــنا أن نمـــيز تحت مقولة **البساطة الوصـــفية** نوعين: البساطة الوصفية التنويتية والبساطه الوصفية المنطقية. مره أخرى، ليس من شأننا في هذا المقام البت فى أمر إمكـــان الدفـــاع عـــن التميـــيز بين هذين الضربين من بساطة الأوصـــاف. إننى باستخدام هذا التمييز إنما أشير إلى خصائص وصفية مختلفه من قبيل الاختزال فى مقابل مدى المحاميل التى تشـــتمل علـــيها تلك الأوصاف. عزو البساطة لوصف ما وفق

خاصـــية بنوينية من قبيل عدد الرموز (الحروف الأبجديه مثلا) التي يشتمل عليها، بشكل مستقل عن استجاباتنا السيكولوجية لهذه الخاصـــية، يعتبر حاله للبساطة التنويتية_الموضوعية. من جهة أخرى، فإن عزو البساطة إلى الوصف وفق ألفة التنويت، أناقته، عمليـــته، فعاليته في التداول، أو أي من خصائصه الجماليه، ، سوف يعد حالة للبساطة التنويتية_الداتية.

بهـــذا المعـــنى، لا تشـــكل البســـاطة التنويتيه بنوعيها الموضوعي والذاتي موضع انشغالنا في النقاش التالي. ما نعنى بـــه هو بساطة الوصف المنطقية (أو الصورية)، خصوصا منها الأوصـــاف التي تشكل نظريات علمية. فصلا عن ذلك، وعلى اعتـــبار أنـــنا لسنا معنيين بكيف يستجيب الناس على المستوى النفســـي للخصائص المنطقية التي تختص بها النظريات، لنا أن نحـــدد موضـــع عنايتـــنا فـــي البساطة المنطقية_الموضوعية. الإشارات التالية، ما لم تقر خلاف ذلك، تقتصر على هذا النوع من البساطه.

تشكل ملاحظة أهمية اعتبارات البساطة نسبة إلى فلسفه العلم ظاهرة في الماضي القريب. ليس هذا أمرا مفاجئا كلية، في

ضــوء حقــيقة أن التطورات الني طرأت على المنطق، والتي ارتهن بتطبيقها كثير من الأعمال المهمة التي تم إنجازها، تشكل بدورهــا ظاهــرة في هذا القرن. ولكن بالرغم من أهمية طرح تحلــيل ملائم لمفهوم البساطة، اقتصر الاهتمام بإنجاز عمل مهم ومــؤثر فــي هــذا الخصــوص على حلقة صغيرة نسبيا من الفلاســفة. وفي الآونة الأخيرة، اتسعت هذه الحلقة بسبب الدفع الــذي تلقيــته مــن النتائج الإيجابية والمفصلة التي خلص إليها خصوصــا البروفيسور جودمان. ومهما يكن من أمر، وبصرف الــنظر عــن بطء البدايات، ثمة أعمال يقوم بها عدد متزايد من الفلاسفة المقتدرين تنجز في الوقت الراهن، وبمقدورنا أن نؤمل فــي الحصول على حل إشكاليات البساطة التي استعصت علينا إلى حد جعل البعض يرتاب في إمكان حلها.

ولعل في التلميح لبعض جوانب علاقة البساطة بالنزعة التنظيمية أفضل وسيلة لتوكيد أهمية الحصول على تحليل ملائم لهذا المفهوم

ليس النسق مجرد حلية من حلي العلم، بل هو ذات لبه.

إنــنا لا نعني بهذا القول مجرد إقرار أن مهمة العلم لا تكمن في

تحمبع معلومات اتفاقبه معرولة لا رابط بينها، بل نعني أنصا أن أحـــد مـــثل العلم إنما يتعين فى طرح تفسير منطم للعالم ــ أي الربط عبر علاقات منطفية بين مفاهيم وجمل تجسد أى فدر من المعلومـــات يـــتم احتياره. الواقع أن مثل هذا التطيم يعد شرطا صـــروريا لأداء العلـــم اتنتيـــن من وظائفه الأساسية: التفسير والتبؤ.

العمـــل الـــدى ســـبق إنجـــاره بخصـــوص البســـاطه الصـــورية_الموضـــوعية، كـــالعمل الذي يتم إنجازه فى الوقت الراهـــن، يخفـــق في طرح تحليل ملائم ومتكامل لهدا المفهوم. خلافا لذلك، استبين على وجه الضبط أن إشكاليات ذلك المفهوم تتشـــعب إلى حد يستوجب بدل الكثير من الجهود. غير أن ما تم إنجـــازه يوصـــح أننا أصبحنا على جاده الدرب الصحيح ويبشر باســـتمرار تحقيق المزيد من التقدم. إنه إنجاز باهر، فكما تلحط من الأدبيات، شكّل الشعور باليأس قبالة إشكالية تحليل البساطة (وهـــو شـــعور مستتر بدرجة أو أحرى)، أو التحلى عنها كلية، استـــنجابة سائدة عند أصحاب أقدر المهارات الذين عنوا بأمرها. دعونا إذن نراجع بإيجاز ما تم إنجاره.

يشـــار تكرارا إلى أن البساطة الصورية تشكل موضع اهتمام مشترك بين المقاربتين الأساسيتين اللتين اشتملت عليهما تلـــك الأدبيات. على ذلك ثمة فروق جوهرية تميز بينهما، وكما سوف أبين، ثمة أسباب تستدعي الريبة في تصنيف إحداهما على ذلـــك الـــنحو. تنحو إحدى تينك المقاربتين، الأكثر حداثة فيهما، صـــوب تحليل فكرة قياس البساطة الصورية للأسس المفهومية (أي المحمولية) للأنساق الوصفية أو النظريات. النتائج الإيجابية الـــتي تـــم الخلاص إليها تعزى أساسا إلى رجل واحد، نيلسون جودمـــان، وهـــي نـــتائج يتضـــح أنهـــا تتعلق بمفهوم البساطة المنطقية_الموضوعية وفق التحديد سالف الذكر. ترتبط المقاربة الثانية، الأقدم عهدا، "بإشكالية موضعة المنحنى". وبالطبع، فإن فكرة وجوب أن يقوم العالم الذي يصادف معطيات يمكن تمثيلها فـــي شكل فئة من النقاط البيانية، باستقراء "أبسط" منحنى (أي "الأكثر سلاسة") أو بإيجاد دالة تصف تلك المعطيات، تعد فكرة فاشـــية. مـــن البين أن مثل هذا النصح يثير إشكالية تمييز أبسط دالـــة ضمن البدائل المتاحة. ما المعايير المقنعة للبساطة في هذا الســـياق؟ فـــي ضـــوء مـــا سلف لنا ذكره، لن نعنى بالإجابات

المتســمة بطابع انطولوحي أو ذاتى. في العقود الثلاثة الأخيره، فــيما يــتعلق بمعابــبر البساطة الموصوعية، نسبة إلى إشكاليه موصــعة المنحنى ، بحطى أعمال هارولد جفري، ك.ر. بوبر، وجــون كمني بأهمية خاصة. غالبا ما يشار إلى الإشكالية التي تشــكل موضع اهتمامهم نحت اسم "مشكلة البساطة الاسفرائية"، وهــي تســمية أعتــبرها مصللة إلى حد ما، رغم أنني سوف استعملها بسبب شيوعها.

قــد يعنقد أن محاولات تحليل مفهوم البساطة المنطمة، مــن قبــيل محاولــة جودمان، تعني أساسا بخصائص البساطه المتعيــنة في فئات المصادرات. هكذا قد يغرينا القول، عن أى نظريتين ملائمتين على نحو متكافئ، إن الأفل منهما مصادرات تعد انطولوجيا الأكثر بساطة. بيد أن قليلا من إعمال الفكر يكفي لتــيان أن هــذا المفرح ليس مفيدا ولا واعدا، ما يفضي بشكل طبيعي إلى وجوب اعتبار بساطة محاميل النطرية الأولية. ذلك أن عــدد مصادرات أيه نظرية المتناهي يمكن أن يرد إلى واحد عــبر الفيام بوصلها. وفق معيار عدد المصادرات، سوف تتكافأ كــل نظــرية مع النطرية النتي نحفق الحد الأعلى من البساطه.

أيصـــا لا ســـبيل لتحسين هذه النتيجه المنافية للعقل عبر طرح اشـــتراط بدهـــى يـــتعلق بعـــدد المكونـــات الوصـــلية في فئة المصـــادرات. دلـــك أنـــه إذا كان فحوى هذا الاشتراط هو أن المصادرة التى تتخذ على سبيل المثال الصياغة:

$(f_x \cdot g_x)$

أقل بساطة من المصادرة ذات الصياغة:

h_x

فإن الخلل فى ذلك الاشتراط يتصح بمجرد أن نلحظ أنه يســـهل دومـــا تشكيل (أي تعريف أو تحليل) محمول h بحيث تكون:

$h_x \equiv (f_x \cdot g_x)$

فضيه صادقة منطقيا. وفق هدا، يمكن رد أية مصادرة تشـــتمل علـــى عـــدد متناه من المكونات الوصلية إلى مصادرة تشتمل على مكون وصلي واحد، ما يستلزم أن كل المصادرات تعـــد وفـــق دلك المعيار على ذات القدر من البساطة. حتى هذا المـــثال البسيط يوصح أن الحصول على معنى متعلق "للبساطة" يســـتوجب تجـــاوز اعتـــبار عـــدد المصادرات أو مجمل ببنبتها المنطقـــية، بحيث نستوعب البنية المنطقية التي تحتازها الأسس المحمولية فى النظريات.

وطالمــا أنــه من المعقول افتراض أن النظريات التى تشــكل موضــع اهتمامنا تتفاسم ذات القدرات المنطقية، يوجب العــناية بالبســاطة الصورية التي تحتص بها المحاميل ما بعد المنطفية. الواقع أن هذا هو النهج الذي يتبناه جودمان. لقد تسنى لــه نتيجة عمل استغرق عدة سنين، وعبر عملية تعديل يتعاظم قــدر نجاحهــا، تشــكيل حساب لبساطة المحمول يوفر مقياسا لبســاطة الأســس المحمولية الخاصة بمختلف الأنماط المنطقيه المــتعلقة. بوجــه عــام، وبشكل لا مناص من غموضه، يمكن اعتــبار تحديد جودمان لقيم البساطة مرتهنا بالطريقه التي تقوم بها محاميل النظرية ما بعد المنطقية، عبر خصائص منطقيه من قبيل الانعكاسية أو التماثلية، بتنظيم الكينونات التي تشكل محتوى النظرية الكلي.

لفهــم فحــوى عمل جودمان من المهم أن نتجنب خلطا (نادرا ما وفق منتقدو عمله في تجنبه)، عنيت الخلط بين بساطه الأساس وقدرته. تتكافأ قدرات فئات المحاميل الخاصه بالنسقين S و S’ إذا كــان بالمقدور تعريفهما على نحو متبادل. هب أنه لــيس هناك محمول ينتمي إلى فئة محاميل S معرَّف عبر أي

محمول آحر فى S. لو كانت قدرة الأساس متماهية مع بساطته، "لما كان هناك أساس أبسط لـــ S [يمكن الحصول عليه] مـــن اعتبار كل محاميل S أوليه"[38]. بيد أن ما نرغب فى قياسه إنمـــا يتعين على وجه الضبط في بساطه نسق آحر S' الأعظم قـــدرا الـــدى يعد أساسه الأولي "أضيق" (أي نسق يقوم أساسه بالتنظـــيم عـــبر تعريف سائر المحاميل باستخدام فئة جزئيه من عددهـــا الكلى فى النسق) نسبه إلى نسق S أساسه هو الأساس الممكـــن "الأوســـع". إنـــنا نستهدف في نهاية المطاف اقتصادية النســـق: وكما أننا نحصل على مؤشر لاقتصادية السيارة لا من الدرايـــه بالمسافة التي قطعتها بل من قدر الوقود الدى احتاجته لقطع تلك المسافة، فإن الأمر لا يختلف مع اقتصادية النسق. إن قـــدرة النســـق تناظر تماما المسافة التي تقطعها السياره في أن الدراية بها لا تكفي وحدها لقياس مدى اقتصاديتها. لتحديد مدى اقتصـــادية النسق نشترط أيضا مقياسا لبساطة قاعدته، وهذا ما يروم حساب جودمان توفيره.

[38] N Goodman, "Recent Developments in the Theory of Simplicity", *Philosophy and Phenomenological Research*, XIX (1959), P 430

الجزء الثاني

مقاربات تاريخية

البارادايم ونماذج لإساءة تأويل العلم[39]

تومس كون

حصل تومس كون على درجة الماجستير والدكتوراه في الفيزياء من جامعة هارفارد، غير أنه شرع بعد أن كان طالبا في الدراسات العليا في دراسة تاريخ العلم، حتى أصبحت مدار اهتمامه الاحترافي. شغل منصب أستاذ تاريخ العلم في جامعة كاليفورنيا، في بركلي، وهو يدرّس الآن في جامعة برنستون من مؤلفاته "الثورة الكوبرنيكية علم فلك الكواكب في تطور الفكر الغربي"، و "بنية الثورات العلمية".

"Planetary Astronomy in the Development of Western Thought", and "The Structure of Scientific Revolutions"

---

[39] From Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago University of Chicago Press, 1962), pp 77,79,81-84,102,119-121,125-128,139-140,144-146, *Passim* Copyright 1962 by The University of Chicago

(أخذت من ترجمة شوقي جلال من هذا الكتاب، التي ظهرت تحت عنوان "بنية الثورات العلمية"، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1992)[المترجم]

ليســت هناك عملية كشف تاريخ التطور العلمي النقاب عنها تشبه بأي حال النموذج المنهجي الخاص بالدحض عبر المقارنة المباشــرة بالطبيعة. لا يعني هذا أن العلماء لا يقومون برفض النظريات العلمية، كما لا يعني أن الخبرة والتجربة لا تقومان بــدور فاعل في عملية رفض تلك النظريات. لكنه يعني أن عملية الحكم التي تفضي بالعلماء إلى رفض نظرية سبق قبولها تــنهض دومــا على ما هو أكبر من مجرد مقارنة هذه النظرية بالعالم

ليس ثمة بحث علمي يخلو من الحالات المخالفة. إذ ما الذي يمــيز العلم القياسي عن العلم حال الأزمة؟ بالتوكيد أنه لا يتمثل فــي كــون العلم القياسي لا يواجه حالات مخالفة. على العكس تمامــا، فإن الأحاجي التي تشكل هذا الضرب من العلم لا توجد إلا لأنــه ليس هناك نموذج أمثل (بارادايم)، يوفر قاعدة للبحث العلمــي، ينجح في حل كل إشكالياته بشكل تام. النماذج المثلى القليلة التي بدت أنها نجحت في ذلك (النظريات الهندسية مثلا) مــا لبثــت أن توقفــت عن إثارة الإشكاليات البحثية وأصبحت عوضــا عــن ذلــك أداة يوظفهــا المهندسون. وإذا ما استثنينا

الإشـــكاليات المتعلقة حصرا بالأجهزة التقنية، يمكن اعتبار كل إشكالية يجدها العلم القياسي أحجية حالة مخالفة ومن ثم مصدرا للأزمة. ..

حــــالات التصارب لا تختفي إطلاقا. وحتى أكثرها عنادا لا يلبـــث أن يمتثل للممارسة القياسية في العقود الستة التي تلت حسابات نيوتن الأصلية، لم تتم ملاحظة سوى نصف ما تم التنبؤ بـــه فيما يتعلق بحركة أقرب نقطة على سطح القمر إلى الأرض (حــركة القمــر نحــو الحضيض). وبينما واصل أفضل علماء الفـــيزياء الـــنظرية فـــي أوربـــا دون نجاح محاولتهم حسم هذا التضـــارب، اُقـــترح فـــي بعض المناسبات تعديل قانون التربيع العكسي الذي قال به نيوتن. بيد أن أحدا لم يحمل تلك المقترحات محمـــل الحد، وقد أثبتت التجربة أن التريث مع حالات الشذوذ الأساســية ســلوك له مـــا يبرره. هكذا تمكن كليروت في عام 1750 مـــن تبـــيان أن الخلل إنما يعزى إلى أخطاء في تطبيق الرياضـــيات، وأن بمقدور النظرية النيوتونية أن تصمد كسالف عهدها. حتى في الحالات التي لم يكن بالمقدور عزو الخلل إلى أخطـــاء مـــن هكذا قبيل (ربما لأن الرياضيات المستخدمة أكثر

بساطة أو من نوع أكثر ألفه سبق له أن طبق بنجاح في سياقات أخر)، لا تقوم حالات الشذوذ المستمرة والمعترف بها دائما بإثارة أزمة. لم يرتب أحد في النظرية النيوتونية بسبب التضارب الذي لوحظ لفترة طويلة بين تنبؤاتها وكل من سرعة الصوت وحركه عطارد. لقد تم حسم التضارب الأول في نهاية المطاف وبشكل مفاجئ بتجارب في الحرارة أجريت تحقيقا لمقاصد مغايرة تماما. أما الثاني فقد تلاشى بحلول النظرية النسبية العامة التي استحدثت عقب حدوث أزمة لم يكن له دور فى إثارتها. لم يَبد أي منهما أساسيا إلى حد يمكن من إثارة القلق الذي يصاحب الأزمة. لقد كان بالمقدور اعتبارهما حالات مخالفة وأن يطرحا جانبا إلى أن يأتي الدور عليهما لاحقا.

يلزم عن هذا أنه إذا كان للشذوذ أن يحدث أزمة فإنه عاده ما يتوجب أن يكون أكثر من مجرد شذوذ يتعين علينا إذن أن نتساءل عما يجعل الشذوذ جديرا بالاهتمام المنظم المتضافر، وهذا سؤال قد لا تكون له إجابة عامة أحيانا يستدعي الشذوذ الارتياب في تعميمات صريحة وأساسية توفرها البارادايم، كما فعلت إشكالية سحب الأثير مع أشياع نظرية

ماكســويل. فــي أحــيان أخــرى، كما حدث في حالة النظرية الكوبرنيكــية، قد يسنى لشذوذ لا يحنار فيما يبدو على فحوى مهــم أن بتير أرمة طالما أن التطبيقات النى يحول دونها تحناز على أهميه عملية خاصة، في هذه الحالة تصميم التقويم الشمسي والتنحيم.

يفترض أن هناك ظروفا أخرى تجعل من التشذود أمرا ملحا علــى نحــو خــاص، وعادة ما يتصافر عدد منها يتعين أحد مصــادر الأرمة التي واجهت كوبرنيكس فى محرد طول الحقبة الزمنية التي حاول علماء الفلك أبناءها دون جدوى حسم حالات التضارب النى ورثوها عن النسق البطلمي.

حين يبدو الشذوذ لأسباب من هدا القبيل اكثر من مجرد أحجــية أحرى من أحاجي العلم القياسى، تكون مرحلة الانتقال مــن مــرحلة الأزمة إلى مرحلة العلم القياسى قد أرفت. آنذاك يصــبح الشــذود أمــرا مسلما به في ذاته من قبل أغلبية أولي الاختصــاص، وهكــذا يتزايد قدر الاهتمام به من قبل القدرات الأكثر مهارة. إذا ظلت حالة الشذود تستعصي على الحسم، وهدا أمر نادر الحدوث، بشرع كثير منهم في اعتبار حسمها الموضع

الأساســـى فـــى أبحاثهم، وتتغير رؤيتهم لمجال بحثهم بحيث لا تعــود تبدو على سابق عهده. بتعين مأتى ذلك التغير جزئيا في موضـــع تدقـــيق بحثهم العلمى الجديد، غير أن هناك مأتى أكثر أهمـــية يتمثل في الطبيعة المغايرة التى تضحي عليها العديد من الحلـــول الجزئـــية الـــناجمة عن الاهتمام المتضافر بالإشكاليه. حالات الهجوم المبكرة ضد الإشكالية المستعصية كانت التزمت تمامـــا بقواعـــد الـــبارادايم، بيد أن بقاءها دون حل الزم القيام بتعديلات طفيفة، وقد لا تكون طفيفة تماما، فى صيغة البارادايم، وقـــد تختلف هذه التعديلات وإن حققت كل طائفة منها قدرا من الـــنجاح لا يكفـــي عـــادة لأن يشكل أي منها نموذجا أمثل تسلم الجماعـــة العلمـــية به. عبر هذه التعددية في التعديلات المتباينة (التى تتزايد وصفها بالآدهوكية) تصبح قواعد العلم القياسي أكثر ضبابية، ورغم أن البارادايم تظل قائمة، إلا أن عدد الممارسين الذي يسلم بها ينضاءل كثيرا، بل إن الحلول القياسية للإشكاليات التى سبق أن تيسر حسمها تصبح موضع ارتياب.

نـــبدأ كـــل أرمة بمثل هذه الضبابية والنفكك في قواعد العلم القياســـى، وتنتهـــي بانبثاق مرشح حددبد بديل عن البارادايم، بما يتبع ذلك من جدل حول قبوله.

الانـــنفال في حال الأزمة من بارادايم إلى أخرى ينننق عـــنها مـــوروث علـــم قياســـي جديد أبعد ما تكون عن العملية التراكمـــيه التي تتحقق عبر تنقيح البارادايم أو بسط نطاقها. إنه يعتـــبر إعادة تشكيل للمحال وفق أسس جديدة بمقدورها أن تغير بعص تعممات المجال النظرية الأكثر أساسيه، فضلا عن الكثير من مناهج البارادايم ونطبيقاتها...

تقر النمادج المثلى المتعاقبة أشياء متغايرة عن مكونات العـــالم وعن سلوكيات هذه المكونات. إنها تختلف بشأن مسائل من قبيل وحود جزيئات دون ذرية، ماديه الضوء، والحفاظ على الحـــراره أو بقـــاء الطاقة. هذه هي الفوارق المادية بين النمادج المـــتلاحقة، وهـــي لا تحـــتاج إلى فضل بيان. غير أن النماذج المثلى تختلف فيما هو أكثر من ذلك، فهي ليست موجهة فحسب صـــوب الطبيعه بل موجهة أيضا في اتجاه معاكس صوب العلم الدي أنتجها. إنها تعِد مصدر المناهج وميدان المشكلات ومعايير

الحلــول النــي نسلم بها أية جماعة علمية ناضجة فى أية حقبة زمنــية. يلــزم عن دلك أنه غالبا ما يحتم انبثاق باراديم جديده إعــادة تعــريف العلــم المناظر. هكذا تحال بعض الإشكالبات القديمــة إلى علم آحر، وقد تعد "غير علمية" أصلا. أيضا، نمة إشــكاليات لم تكن موحوده أو عدت مبتدلة قد تصبح حلولها في ضوء الباراداىم الحديدة أمىوله للإنجار العلمي. وبتغير المشاكل، غالبا ما تتغير المعايير النى تميز بين الحل العلمي الأصيل وما هو مجرد تأمل ميتافيزيقى أو مماحكة لفظية أو ضــرب من اللهو الرياضي. إن موروث العلم الفياسي الدي ينبثق عن تورة علمية لا يتعارض فحسب مع سالفه، بل يختلف معه في وحدات القياس بحيث لا يقبل المقارنة معه.

سوف يفضل كثير من القراء الحكم بأن ما ينغير بتغير الــباراديم هــو مجرد تأويل العالِم لملاحظاته المثبّتة مرة وإلى الأبد بمقتضى طبيعة البيئة والأجهزة الحسيه. وفق هذه الرؤية، رأى كــل مــن برســتلي ولافوازيه الأكسجين، ورأى كل من أرسطو وجاليليو بندولا، بيد أنهم احتلفوا في نأويل ما رأوا.

بـــيد أن مـــا يحدث إبان العلمنة يعتنق بارادايم جديدة، عوضا عن أن يكون مؤوِلا، أشبه بالرحل الدى يضع على عينيه عدسات عاكسة. رعم أنه يصادف ذات ما كان يصادف، و رغم أنـــه يدرك هذا، إلا أنه يجد ما يصادفه قد نغير نماما من حيث التفاصيل

أن العملـــيات و القياسات التى يصطلع العالم بأمرها في المعمل ليست "معطيات" الخبره بل "حصاد المعاناة". إنها ليست مـــا يراه، أو على الأقل ليست ذات ما كان يراه قبل أن يتطور بحـــنه ويتركز انتباهه. خلافا لذلك، تعد تلك العمليات والقياسات مؤشـــرات واقعية تدل على إحساسات أكثر أولية، ولذا فإنها لا تصـــطفى موضـــعا للبحـــث القياسى الدقيق إلا لأنها تعِد بتهيئة المناســـبه لتفصـــيل مـــثمر فـــي البارادايم المسلم بها. العمليات والقياســـات محـــددة من قبل البارادايم على نحو أكثر بيانا من تحديد الخبره المباشرة المستمده جزئيا منها. إن العالم لا يتعامل مع كل ما يمكن معالجته في المعمل بل ينتقي ما يتعلق بمضاهاة الـــبارادايم مـــع الخبرة المباشرة التي تسهم البارادايم جزئيا فى

تحديدهـــا. لهـــدا السبب، فإن العلماء الدين يسلمون ببمادح مبلى مختلفة يعكفون على معالجات معملية متباينة

أمـــا عن اللغة الملاحطبة البحتة، فهدا أمر لم يتس بعد إنجـــازه فلم بفدر بعد لأية محاولة راهنة أن نفترب من تشكيل لغـــة للمدركـــات الحســـية البحته نفل التطبق العام. تمة فاسم مشـــترك بيـــن المحـــاولات النى أوشكت أكنر من عيرها على بحقـــيق تلك الغابة يتعين في كونها تعزز العديد من النعاليم التي تقـــرها هـــذه الدراسة. لفد نمتلت النتائج التى أسفرت عنها تلك المحاولات في لغة تتشبه اللغات المستحدمة فى العلوم فى كوبها تنتظم جمعا من التوقعات المنعلقه بالطبيعة، وهي تخفق في أداء وطيفـــتها بمجرد أن يستبان بطلان تلك التوفعات لبس بمقدور أيـــة لغـــة تفتصر على هذا البحو على إحبارنا عن عالم نعرفه مســـبقا بالكـــامل أن تقـــدم بـــيانات محايده وموصوعية بشأن المعطيات الحسية، بل إن البحت الفلسفي لم يتمكن بعد حتى من التلميح إلى قدرات منل هذه اللغه.

بســـبب الحـــبرة المتضمنة في البارادايم عن العرق والثقافة والمهنة، يصبح عالم الباحث مأهولا بكواكب وببدولات ومكثفات

وحامـــات مركبة وخلاف دلك. إذا قاربا موضوعات الحس هده بقراءات أدوات الفياس وانطباعات الشبكية، نجد أن هذه الأخيره مكوبـــات مفصـــلة لا سبيل لاتصال الخبرة بها إلا حال حرص العـــالم بســـبب مفاصـــده البحثية الحاصة على ترتيب المناسبة للاتصال بها ليس في وسع العالم الذى ينطر إلى حجر متأرجح أن يحصل على خبرة تُعد من حيث المبدأ أكثر أولية من رؤيته بندولا. ليس البديل رؤية افتراضية "متبّتة" بل رؤية عبر باراديم أخرى من شأنها أن تجعل من الحجر المتأرجح شيئا آخر

لا سبيل للشروع في البحث عن تعريب إجرائي أو لغة ملاحطية حالصة إلا بعد أن يتم تحديد الحيرة على هذا النحو

...يتضـــمن عرض الكتب التدريسية أن العلماء كافحوا مـــند الـــبدايه مـــن أجل تحقيق الأهداف الحاصة التي تحسدها النمادح المثلى الراهنة. هكذا يضيف العالم تلو الآخر، في عملية أشـــبه مـــا تكون بوضع اللبنة تلو الأخرى، حقيقة أو مفهوما أو قانونـــا أو نطرية إلى مجمل المعلومات التي تعرضها كتب العلم المعاصرة.

بيد أن العلم لا يتطور على هذا النحو. لم توجد كثير من أحاجـــي العلـــم القياسي المعاصر إلا عقب قيام أحدث الثورات العلمـــية، فقليل منها فحسب يمكن اقتفاء أثرها إلى أطوار العلم المـــبكرة. لقد واصلت الأجيال الأولى سعيها لحل مشاكلها وفق الأدوات ومعايير الحلول التي توفرت لها.

غير أن المشاكل لم تكن وحدها التي طالها فعل التغيير؛ لقد طال مجمل شبكة الواقع والنظرية التي تحاول البارادايم في الكتب التدريسية مطابقتها بالواقع....

قليل من فلاسفة العلم أضحوا يلتمسون معايير مطلقة للتحقق من النظريات العلمية. بعد أن تسنى لهم أن يلحظوا أنه لا سبيل لإخضاع أية نظريه لكل الاختبارات الممكنة المتعلقه، لم يعودوا يتســـاءلون عما إذا كان بالمقدور التحقق من صدق النظرية بل عـــن احـــتمالها فـــي ضوء الشواهد المتوفرة. للإجابة عن هذا التســـاؤل اضـــطرت إحدى المدارس المبررة إلى المقارنة بين قدرات النظريات المختلفة على تفسير الشواهد التي يتم الحصول علـــيها. أيضـــا فـــإن الإصرار على مقارنة النظريات يعد سمة واضـــحة للموقف التاريخي الذي يتم فيه التسليم بنظرية جديدة.

مـــن المرجح أن هذا النزوع يسير إلى أحد الاتجاهات المستقبلية التى سوف يسلكها نقاش التحقق.

تركـــن نظريات التحقق الاحتمالية في صياغتها الأكثر عمومية إلى أحد شكول اللعبات الملاحظية التي سلف لنا نقاشها. هكـــذا تطلب منا إحداها مقارنة النظرية العلمية بسائر النظريات التى يمكن تخيل تطابقها مع مجموع المعطيات الملاحظة ذاتها، فى حين تطلب منا أخرى تخيل مجموعة الاختبارات التي يمكن تطبـــيقها علـــى النظرية العلمية المعنية. تبيّن أن مثل هذا التخيل ضـــرورى للمقارنـــة بيـــن قيم احتمالية بعينها، مطلقة كانت أم نســبيه، غير أنه يصعب تصور تحقيق ذلك. إذا اتضح، وفق ما جادلـــنا، استحالة قيام نسق لغوي أو نسق مفهومي علمي محايد امبيريقـــيا، فـــإن تشكيل البدائل الاختبارية المقترح سوف يكون ملـــزما بالـــركون إلى موروث بارادايمي بعينه، ما يحول دون اتصــــاله بكـــل الخبرات أو النظريات الممكنة. نتيجة لذلك، فإن الـــنظريات الاحتمالية تعتم الموقف التحققي بقدر ما تعمل على توضـــيحه. ورغـــم أن هذا الموقف، كما تؤكد تلك النظريات، يرتهـــن بمقارنـــة الـــنظريات بشواهد سائدة، إلا أن النظريات

والملاحظـــات المعـــية عـــادة ما نرتبط نشكل وثق بنظريات وملاحظـــات قائمة بالفعل. التحقق شبيه بالانتخاب الطبيعى، إذ يـــتم اصطفاء الأقدر على البقاء من ضمن البدائل القائمه فى أي موقـــف ناريخـــي. كونه أفضل بديل يمكن احتياره حال وحود بدائـــل أحرى، أو حال اختلاف المعطيات، مسألة لا حدوى من إثارتها، إذ لا أدوات لدينا تمكّن من حسمها.

غـــير أن كـــارل بوبر يقترح مقاربة مختلفة تماما لهدا الجمـــع مـــن الإشكاليات، فهو ينكر على وجه الإطلاق قيام أية إجراءات تحققية[40]. عوضا عن ذلك، فإنه يؤكد أهمية الدحض، أي الاختـــبار، كـــون نـــتاجه ســـلبيا، ما يحتم رفض النظرية المكرســـة. مـــن البيـــن أن الـــدور الدي يعزى على هدا النحو للدحض يشبه الدور الذي تحدده هذه الدراسة للخبرات الشذوذية، أي إلـــى الخـــبرات الـــتي تمهد الطريق، عبر إثارة أزمة، أمام نظـــرية جديـــدة. غـــير أنه لا سبيل لمماهاة مثل تلك الحبرات بالحالات الدحضية، بل إنني أرتاب فى وحود مثل هذه الحالات أصلا. فكما وكدب مرارا، ليست هناك نظرية تنجح في حل كل

[40] K R Popper, "The Logic of Discovery" (N Y , 1959), esp ch ı – ıv

الأحاجـــي التي تواجهها في أية فترة زمنية، كما أن الحلول التي يتســـنى الحصول عليها لا تكون كاملة. على العكس تماما، فإن عـــور الكمال والدقة الذي يشوب تطابق المعطيات مع النظرية فـــي أي وقت هو الذي يحدد كثيرا من الأحاجي التي تميز العلم القياسي. لو كان كل إخفاق في المطابقة مبررا لرفض النظرية، لوجـــب نبذ كل نظرية في كل وقت. من جهة أخرى، إذا كان الفشـــل الذريع وحده القادر على تبرير فعل نبذ النظرية، لاحتاج أشياع بوبر إلى معيار في "اللااحتمالية" أو "درجة الدحض". وما أن يشرعوا في تطوير مثل هذا المعيار حتى يجدوا أنفسهم قباله ذات منجم المشاكل التي اعترضت سبيل أشياع مختلف نظريات التحقق الاحتمالية.

يمكن تجنب الكثير من الصعوبات سالفة الذكر بملاحظة أن كـــلا مـــن هذين المذهبين الشهيرين المتعارضين والمعنيين بالمنطق الأساسي للبحث العلمي قد راما دمج عمليتين متمايزتين إلـــى حد كبير في عملية واحدة. الخبرة الشذوذية التي يعنى بها بوبـــر تعـــد مهمـــة نسبة إلى العلم لأنها تشجع على قيام نماذج منافســـة للـــبارادايم القائمـــة. غير أن الدحض، رغم تحققه، لا

يصاحب ولا يحدث بسبب انبثاق حالة شدود أو دحض، بل يعد عملـــية لاحقه ومائزة يمكن بالمنل وصفها بالتحقق، كونها تكمن في انتصار باردايم جديدة على البارادايم الأقدم عهدا. فصلا عن ذلـــك، فـــإن المقارنـــة الاحتمالية بين النظريات إنما تقوم بدور مركـــري فـــي هده العملية التي يتصافر فيها التحقق والدحض. مـــبلغ ظنـــي أن هـــده الصياغة مزدوجة المراحل تمتاز بكونها أقـــرب إلى جادة الصواب، وقد تمكننا من توضيح دور الاتفاق (أو الاخـــتلاف) بين الحقيقة والنظرية في عملية التحقق. قد لا يكـــون هناك معنى ذو شأن، نسبة إلى المؤرخ على أقل تقدير، لاقـــتراح أن الـــتحقق يثبـــت تطـــابق الواقع مع النظرية. كل الـــنظريات التـــي تحاز على أهمية تاريخية اتفقت مع الحقائق، ولكن بشكل تقريبي فحسب. ليست هناك إجابة أكثر دقة للسؤال مـــا إذا كانت النظرية تتطابق بمفردها مع الوقائع وكيف تتطابق معهـــا. بـــيد أنـــه بالمقدور طرح أسئلة من هكذا قبيل حين يتم اعتبار النظريات بشكل إجمالي أو حتى مثنى مثنى. ذلك أنه من المفـــيد كثيرا أن نسأل عن أي من النظريتين المتنافستين تتطابق بشكل أفضل مع الواقع

النظرية الفيزيائية، الرياضيات، والتجربة[41]

بيير دوهيم

بيير دوهيم (1861 -1916) واحد من علماء الفيزياء الفرنسيين المبرزين في عصره، وقد أسهم خصوصا بمجال الديناميكا الحرارية. أيضا كان دوهيم أحد مؤسسي مجال تاريخ العلم الذي يعد مجالا جديدا، وذلك بعمله الباهر "ليونارد دي فينشي ونسق العالم، تاريخ التأمل الكوزمولوجي من أفلاطون حتى كوبرنيكس". كتابه "غاية النظرية الفيزيائية وبنيتها" الذي نقتبس منه الفقرات التالية، يعد أحد أعظم كلاسيكيات فلسفة العلم، وهو يستشرف كثيرا من النقاشات الأحدث للعديد من القضايا.

Leonard de Vinci *and* Le System du Monde, *a history of cosmological speculation from Plato to Copernicus*, The Aim and Structure of Physical Theory

---

1.النظرية الفيزيائية

[41] From Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory, trans* P P Wiener (Princeton Univ Press, 1954), pp 19-21, 23-24, 132-135, 144-145, 147, 185-190, 211-212, *passim* Used by permission of Princeton Univ Press

ألا نســتطيع تحديد غاية للنظرية الفيزيائية تجعلها مستقلة؟ وفق مــبادئ لا تنشــأ عــن أيه تعاليم ميتافيزيقية، يمكن الحكم على النظرية الفيزيائية بالركون إليها وحدها ودون التعويل على آراء علماء الفيزياء الذين يعتمدون على نزعاتهم الفلسفية.

أليس بمقدورنا تصور نهج قد يكون كافيا لتشكيل نظرية فيزيائــية، بحيــث نحجــم، وفق تعريفها، عن استخدام أي مبدأ والركون إلى أي إجراء لا يحق لها استخدامه؟

إننا نرغب في التركيز على تلك الغاية وهذا النهج وأن نقوم بدراسة كليهما.

دعونــا نطرح الآن تعريفا للنظرية الفيزيائية النظرية الفيزيائــية ليســت تفســيرا، بل نسق من القضايا الرياضية يتم اشــتقاقه مــن عــدد قليل من المبادئ التي تروم تمثيل، بالقدر الأوفى من البساطة والكمال والدقة، فئة من القوانين التجريبية.

لجعــل هــذا الــتعريف أكــثر دقة، سوف نقوم بتحديد خصــائص العملــيات المتلاحقة الأربع التي يتم عبرها تشكيل النظرية الفيزيائية:

1. ضـــمن الخصـــائص الفيزيقية التي نستهدف تمثيلها نخـــار تلـــك التى نعتبرها حصائص بسيطة، بحيث يفرض أن نكـــون سائر الخصائص تجميعات أو نوليفات منها. أيضا نقوم بجعلهـــا تـــناظر مجموعة بعينها من الرموز الرياضية والأعداد والمقاديـــر باســـتخدام سبل قياسية ملائمة. ليس ثمه رابط ذي طـــبيعة جوهرية يربط هذه الرموز الرياضية بالخصائص التى تمثلها، فهي لا تتعلق بهذه الخصائص إلا بقدر ما تتعلق العلامة بالشـــيء الـــذي تشير إليه. عبر سبل القياس نستطيع جعل كل وضع من أوضاع الخاصية الفيزيقية يناظر قيمة للرمز الممثِّل، والعكس بالعكس.

2. نقوم بالربط بين مختلف أنواع المقادير، التي تطرح علـــى الـــنحو سالف الذكر، باستخدام عدد قليل من القضايا التي توظـــف بوصـــفها مبادئ استنباطية. يمكن تسمية هذه المبادئ "فروضا" بالمعنى الجذري لهذه اللفظة، فهي تشكل حقيقة الأسس التـــى تنهض عليها النظرية. غير أنها لا تزعم بأي حال إقرار علاقـــات حقيقية بين خصائص الأشياء الواقعية. على هذا النحو يتســـنى صياغة هذه الفروض بطريقة اعتباطية. العائق الوحيد

الدي لا يمكن تخطبه والذي يحد من هذه الاعتباطية هو التناقض المنطقـــي بيـــن حدود داث الفرص أو بين محلف فروض ذات النظرية.

3.يـــتم التوليف بين مختلف مبادئ أو فروص النظريه وفـــق قواعـــد التحلـــيل الرياضي. معايير المنطق الحبري هي المعايـــير الوحـــبدة التي يتعين على المنطِّر الالتزام بها في هذه العملـــية. لا يفترض أن تكون المفادير المتصلة بحساباته متعلقة بوقائع فيريقية، والمبادئ التي يستخدمها في استنباطاته لا تطرح على اعتبار أنها تقر علاقات فعلية بين تلك الوقائع. لهذا السبب، فـــإن كون العمليات التي يقوم بها تنجح أو تخفق في التناظر مع تغـــيرات فيزيقية حقيقة أو تغيرات يمكن تصورها أمر لا يحتاز على أهمية كبيرة. كل ما يحق لنا طلبه من المنظِّر هو أن تكون براهينه المنطقية سليمة وأن تكون حساباته دقيقة.

4. يمكـــن ترجمة مختلف النتائج التى يتم على اشتقاقها هـــدا النحو من الفروض إلى أحكام تتعلق بالخصائص الحقيقية للأســـياء، مهمـــا بلغ عدد هذه الخصائص. المناهج التي تناسب تعـــريف الخصـــائص الفيزيقية وقياسها تشبه المفردات ومفاتيح

الرمـــيز النـــى تســـمح بالقـــيام بهذه الترجمة. إن تلك الأحكام بالقوانيـــن التجريبيـــة التي ترغب النظرية في تمثيلها. إذا كانت تقـــارب هـــذه القوانيـــن إلـــى الحد الذي تقره إجراءات القياس المستخدمة، فقد تسنى للنظرية تحقيق غايتها، وتعد من ثم نظرية جـــيدة. خلافـــا لذلـــك، فإنها تعد نظرية رديئة يتعين تعديلها أو نبذها.

الـــنظرية الصـــادقة إذن ليســـت نظرية تطرح تفسيرا لظواهـــر فيزيقية بطريقة تماثل الواقع، بل نظرية تمثل بطريقة مرضية مجموعة من القوانين التجريبية. وليست النظريه الباطلة محاولـــة للتفســـير مؤسسة على فروض تخالف الواقع، بل هي مجموعـــة من القضايا تتعارض مع القوانين التجريبية. **الاتفاق مع التجربة هو المعيار الوحيد لصحة النظرية الفيزيائية**

وبخصوص طبيعة الأشياء ذاتها، أو الواقع الكامن خلف الظواهر التي نقوم بدراستها، لا تقوم النظرية وفق تصورنا هذا بإخـــبارنا شـــيئا، بل إنها لا تزعم قدرتها على إخبارنا عن أي شـــيء. مـــا نفعهـــا إذن؟ ما الذي يحصل عليه علماء الفيزياء

بالاستعاضة عن القوانين التي يعدها النهج التجريبي مباشرة بنسق من القضايا الرياضية يمثل تلك القوانين؟

بداية، عوضا عن عدد هائل من القوانين التي يستقل الواحد منها عن الآخر، بحيث يتوجب تعلم وتذكر كل منها بذاته، تطرح النظرية الفيزيائية عددا قليلا من القضايا، أو الفروض الأساسية. ما أن نعرف هذه الفروض، حتى يمكننا الاستنباط الرياضي بثقة كاملة من تذكر كل القوانين الفيزيائية دون حذف أو تكرار. إن هذا التكثيف لتعددية القوانين في عدد قليل من المبادئ يريح العقل البشرى كثيرا، وقد يعجز العقل بدونها عن تخزين الثروة الجديدة التي يكتسبها يوميا

من منحى أخرى، توفر النظرية، عبر تطوير التفريعات الهائلة الخاصة بالاستدلال الاستنباطي الذي يربط المبادئ بالقوانين التجريبية، نظاما وتصنيفا لهذه القوانين. إنها تقوم بالربط بين بعض القوانين بحيث تتقارب على نحو مرتب ضمن ذات المجموعة، وهي تعزل بين قوانين أخرى بوضعها في مجموعتين منفصلتين تماما. النظرية تطرح ما يشبه فهرس المحتويات والفصول الرئيسة التي يتم عبرها وضع تقسيمات

منهجـــبة للعلــــم موضع الدراسة، وهي تشير إلى القوانين التي يتعبن ترتيبها تحت كل فصل

2.الرياضيات في النظرية الفيزيائية

الاســـتنباط الرياضـــى عملية وسيطة، فغايتها تكمن في تعليمـــنا أنـــه بـــناء على دعم الفروض الأساسية للنظرية، فان حـــدوث ظـــروف بعينها يستلزم حدوث نتائج محددة. إذا وقعت الحادثة كذا، سوف تحدث واقعة أخرى. فمثلا، سوف تخبرنا أنه وفـــق الدعم المتوفر لفروض الديناميكا الحرارية، حين نعرّض قطعـــة مـــن الثلج لضغط معين، سوف تذوب حين يصل مؤشر الترمومتر إلى درجة بعينها.

ولكن هل يطرح الاستنباط الرياضي بشكل مباشر ضمن حســـاباته الوقائع التي نسميها ظروفا بالشكل العيني الدي تحدث وفقه؟ وهل تستق منها الحقائق التى نسميها نتائح بالشكل العيني الذي نقره؟ بالتوكيد لا. الأداة المستخدمة في الضغط على قطعة الـــثلج، وجهـــاز الترمومـــتر أشياء يستخدمها عالم الفيزياء في المعمل، وليست عناصر تنتمى إلى ميدان الحساب الجبرى. لهذا

السبب، فإن تمكين الرياضي من أن يصمِّ في صياغته ظروف التجربة العيبة، يتطلب نرجمة هده الطروف إلى أرقام عبر وساطة الفياسات. فمثلا، يتعين أن نستعيض عن عبارة "ضغط معين" برقم محدد للضغط الجوي يحل بدلا من الحرف P في المعادلة. وعلى نحو مماثل، ما يحصل عليه الرياضي في حتام حساباته عبارة عن رقم محدد. سوف يكون من الضروري أن نشير إلى نهج الفياس كي نجعل هدا الرقم يناظر حقيقة عينية يمكن ملاحظتها؛ على سبيل المثال، لجعل القيمة العددية الخاصة بالحرف T فى المعادلة الجبرية تناظر قراءة حرارية بعينها.

يتضح إدن أن لا سبيل يتسنى به لتطور النطرية الفيزيائية الرياضي، في نفطة بدئه ومنناه، أن يلتحم بالحفائق الملاحظية إلا عبر الترجمة. تضمين ظروف التحربة في الحساب يستوجب قيامنا بإعداد صياعة تستعيض عن لعة الملاحظة العينية بلغة الأرقام. أيضا، فإن التحقق من النتيجة النى تتنبأ بها النظرية نسبة إلى التجربة، يتطلب ترجمة تحول القيمة العددبة إلى قراءة تصاغ بلغة تجريبية. وكما سبق أن أشرنا، يعِد نهج القياس المعجمَ الذي يمكّن من هاتين الترجمتين.

غـــير أن النرجمه بوع من الغدر؛ فالترجمة حيانة. ليس هـــناك إطلاقـــا تكـــافؤ بام بين أي نصين إذا كان الواحد منهما ترجمة للآخر. تمة نباين هائل بين الحقائق العينية، كما بلحظها عـــالم الفيزياء، والرموز العددية التي تمثَّل عبرها بلك الحقائق فى حسابات النطريه

دعونا بعتبر بداية ما سوف نسميه بالحقيقة النظريه، تلك الفئة من المعطيات الرياضية التي يستعاض بها عن حقيقة عينية فـــي اســـتدلالات المنظِّر وحساباته. مثال ذلك، كون الحرارة موزعه بطريقة ما في جسم معطى بعينه.

لا شـــيء غـــامض أو غير محدد في مثل هذه الحقيقة الـــنظرية. كل شيء محدد بطريقة دقيقة: الجسم موضع الدراسة محـــدد هندســـيا، حوانـــبه خطوط بالمعنى الدي تقره التعاريف الهندسية، إد لا سمك لها، كما أن نقاطها لا أبعاد لها، والأطوال والـــزوايا النـــي تحدد الشكل معروفة تماما. لكل نقطة في هدا الجسم درجة حرارة مناظرة، وهذه الدرجة، نسبة إلى كل نقطة، رقم يتعين تمييره عن أي رقم آخر.

فـبالة هذه الحقيقة **النظرية**، دعونا نضع الحقيقه **العملية** التـــى تـــترجم عـــبرها. هنا لم نعد نلحظ أي قدر من الدقة التي نحققـــنا منها لتونا. لم يعد الجسم شكلا هندسيا، بل قطعة مادية. مهما بلغت حدة حواشيه، لا واحد منها بشكل تقاطع سطحين، بل هـــي حواشـــي مدورة ونتوءات مبعجة. نقاطها أصبحت بالية وكليلة بدرجة أو أخرى. لم يعد الترمومتر يعطينا درجة حرارة كـــل نقطـــة بـــل متوسط الحراره نسبه إلى حجم بعينه لا سبيل لتبيــــن مداه على نحو الضبط. فضلا عن ذلك، فإننا لا نستطيع إقــرار أن الحـــرارة تـــبلغ قيمة بعينها تستثني سائر القيم. ليس بمقدورنـــا مـــثلا إقرار أن الحرارة تساوي 10 درجات مئوية، فمـــبلغ ما نستطيع إقراره هو أن الفرق بين حرارة الجسم و 10 درجـــات مئوية لا يتجاوز كسرا بعينه من الدرجة يتوقف قدره على دقة منهجنا في القياس.

هكـــذا نجـــد أنه بينما يتم تثبيت جوانب الشكل بخط ذي صـــلابة دقـــيقة، تكون جوانب الجسم غامضة، مهدبة، ومبهمة. يستحيل وصف الحقيقة العملية دون القيام بإضعاف ما تم تحديده مـــن قـــبل كـــل قضية، وذلك عبر استخدام عبارات من قبيل "

تقريبا". فى المقابل، يتم تحديد كل العناصر التي تشكل الحقيقة النظرية بدقة محكمة.

مــن هــذا نصل إلى النتيجة التالية: يمكن ترجمة ذات الحقيقة العملية إلى عدد لا متناه من الحقائق النظرية.

مــثال ذلك الحكم بأن حرارة الجسم هي 10 درجات مــئوية، أو 9.99 أو 10.01 درجــة، إنما يعني صياغة ثلاث حقــائق نظــرية غــير متسقة. غير أن هذه الحقائق المتضاربة تــناظر ذات الحقــيقة العملــية حين يكون مدى دقة الترمومتر المستخدم خمس درجة.

لذا فإن الحقيقة النظرية لا تترجم بحقيقة نظرية واحدة، بل بمجموعة تشتمل على عدد لا متناه من الحقائق العملية. كل عنصــر مــن العناصــر الرياضية التي يتم الربط بينها لتشكيل إحــدى تلــك الحقائق قد يختلف من حقيقة إلى أخرى؛ غير أن الاخــتلاف الــذي تكون عرضة له لا يتجاوز حدا بعينه، عينت هــامش الخطأ الذي يقشل ضمنه قياس ذلك العنصر. كلما كانت مناهجــنا القياســية أكثر كمالا، كانت المقاربة أفضل والحدود أضيق، وإن كانت لا تضيق إلى الحد الذي يجعلها تختفي

3.النظرية الفيزيائية والتجربة

ليس القانون الفيزيائي سوى تلخيص لعدد لا متناه من التجارب التي تم إجراؤها أو سوف يكون بالمقدور أن يتم إجراؤها. هذا الحكم يجعلنا نطرح التساؤل: ما الذي تكونه التجربة الفيزيائية على وجه الضبط؟

لا ريب أن هذا السؤال سوف يثير دهشة أكثر من قارئ. هل ثمة حاجة لإثارته؛ أليست الإجابة عنه بينة بذاتها؟ ما الذي يمكن للتعبير "القيام بتجربة في علم الفيزياء" أن يعنيه لأي شخص خلافا لإنتاج ظاهرة فيزيائية تحت ظروف بعينها بحيث يتسنى ملاحظتها بدقة باستخدام أجهزة مناسبة؟

اذهب إلى المعمل واقترب من هذه المنضدة المكتظة بالأجهزة: نضيدة كهربائية، سلك نحاسي ملفوف بالحرير، أنابيب مليئة بالزئبق، ملفات، قصيب حديدي يحمل مرآة. يُدخل الملاحظ ساق قضيب معدني مغطى بالمطاط في ثقوب صغيرة، فيتذبذب القضيب الحديدي ويرسل عبر المرآة شعاعاً يسلط على مسطرة سيلولوز، فيتابع الملاحظ حركة الضوء الساقط. لا شك أن لدينا هنا تجربة، فبتذبذب بقعة الضوء يلحظ العالم الفيزيائي

تذبــذب القضيب الحديدي. اسأله عما يقوم به، فلن يخبرك بأنه يدرس تذبذب قضيب الحديد الذي يحمل المرآة، بل سوف يقول إنه يقيس درجة مقاومة الملف الكهربائية. إذا سألته عن معنى ما يقول وعن علاقته بالظاهرة التي أدركتماها معاً في نفس الوقت، سوف يخبرك بأن سؤالك يستدعي تفسيرات مطولة وقد ينصحك بدراسة إحدى مواد علم الكهرباء.

صـــحيح أن الـــتجربة التي شاهدتها لتوك، كأي تجربة فيزيائـــية أخـــرى، تتكون من جزأين. إنها تتكون من ملاحظة حقائق بعينها، وللقيام بهذه الملاحظة يكفي أن تكون يقظا ومنتبها إلـــى حد كاف بإحساساتك. لا حاجة لك بالدراية بالفيزياء، وقد يكـــون مدير المعمل أقل مهارة في هذا الخصوص من مساعده. مـــن جهـــة أخـــرى، فإنها تتكون من تأويل الحقائق الملاحظة. فللاقـــتدار على إنجاز هذه المهمة لا يكفي أن تكون منتبها وأن تكـــون لديـــك عيـــن مدربـــة، بل يتوجب أن تكون على دراية بالـــنظريات التي تم التسليم بها وبكيفية تطبيقها. باختصار يتعين أن تكـــون فيزيائـــيا. بمقدور المرء، طالما كان نظره سليما، أن يتتـــبع حركة بقعة الضوء على المسطرة الشفافة، ويعرف ما إذا

كانت تتجه صوب اليمين أو الشمال أو تتوقف في موضع بعينه. القيام بذلك لا يتطلب خبراء. غير أنه إذا لم يكن على دراية بالديناميكا الحرارية، لن يكون بمقدوره إتمام التجربة، ولن يتمكن من قياس مقاومة الملف

التجربة الفيزيائية هى الملاحظة الدقيقة لظواهر مصحوبة **بتأويل** لهذه الظواهر. إن هذا التأويل يستعيض عن المعطيات المادية التي تم بالفعل تجميعها عبر الملاحظة بتمثيلات مجردة ورمزية تناظرها بالركون إلى النظريات التي يقبلها الملاحظ

يقرر عالم الفيزياء البرهنة على عدم دقة قضية ما؛ ولكي يستنبط من هذه القضية تنبؤا بظاهرة ويقوم بإجراء التجربة التى تبين ما إذا كانت تلك الظاهرة سوف تحدث، ولكي يؤول نتائج هذه التجربة ويتأكد من أن الظاهرة المتنبأ بها لم تحدث، فإنه لا يقصر نفسه على استخدام القضية المعنية. سوف يقوم أيضا باستخدام مجموعة من النظريات بوصفها مسلمات. التنبؤ بالظاهرة، التي يفترض أن يؤدي غيابها إلى حسم الجدل، لا يتم اشتقاقه من القضية موضع الارتياب بذاتها، بل يشتق من

منها موصولة بتلك المجموعة من النظريات. إدا غابت الظاهرة المتنبأ بها، فإن الحلل لا يطال القضية المعنيه فحسب، بل يطال الصرح النظري برمته. الشيء الوحيد الدي نتعلمه من التجربة هو وجود خطأ واحد على الأقل ضمن القضايا المستخدمة للتنبؤ بالظاهـــرة ولمعرفة ما إذا كانت سوف تقع. غير أنها لا تخبرنا عـــن موضـــع هذا الخطأ. قد يقر الفيزيائى أن الخطأ يتعين في ذات القضـــية التي يرغب في دحضها، ولكن هل هو متأكد من أنـــه لا يتعين في قضية أخرى؟ إذا كان متأكدا، فإنه يسلم ضمنا بدقـــة ســـائر القضايا التي يركن إليها، وقدر سلامة نتيجته إنما يشكل ذات قدر سلامة ثقته

نعلـــم أن نيوتن قال بنظرية الانبعاث نسبة إلى الظواهر البصرية، التي تفترض أن الضوء مشكل من مقذوفات غاية في الدقة تطلقها الشمس وسائر مصادر الضوء بسرعة هائلة، وهي مقذوفـــات تـــنفذ عبر كل الأجسام الشفافة. بسبب مختلف أجزاء الوسط الذي تنفذ عبره، تتعرض لعمليات التجاذب والتنافر. حين تكـــون المســـافة الفاصلة بين الجزيئات المتحركة صغيرة جدا، تشـــتد قوة تلك العمليات، وهى تختفي تماما حين تكون المسافة

الفاصلة كبيرة إلى حد كاف. هذه الفروض التي يتم ربطها بعدة فـــروض أخـــرى، والتـــى لا نألو جهدا في إغفالها، تفصى إلى صـــياغة نظـــرية متكاملة في انعكاس الضوء وانكساره. وعلى وجـــه الخصـــوص، فإنها تستلزم القضية التالية: معامل انكسار الضـــوء المـــار مـــن وســـط إلى آخر يساوي سرعه المقدوف الضـــوئي ضمن الوسط الذي يمر فيه مقسوما على سرعة ذات المقدوف في الوسط الذي يتركه خلفه.

هـــذه هي القضية التي اختارها أراجو لإثبات نضارب نظرية الانبعاث مع الحقائق. من تلك القضية تلزم أخرى تقر أن ســـرعة نفاذ الضوء في الماء أكبر من سرعة نفاذه في الهواء. اقـــترح أراجـــو إجراء مناسبا لحساب سرعة الضوء في هذين الوسطين. صحيح أن هذا الإجراء لم يكن قابلا للتطبيق، عير أن فوكـــو قـــام بـــتعديل التجربة بحيث يتسنى تنفيذها، وقد اكتشف بإجرائها أن الضوء ينتشر في الماء بسرعة أقل منه في الهواء. وفق هذا، لنا أن نخلص مع فوكو إلى أن نسق الانبعاث لا يتسق مع الحقائق.

لاحظ أنني أتحدث عن **نسق** الابتعاث لا **فرضه**. الواقع أن ما تفـر الـتجربة خطأه عبارة عن مجموعه فروض قبلها نيوتن، ومن بعده لابلاس وبايت، أي نظرية بأسرها ستنبط منها علاقه معامل الانكسار وسرعة الصوء في مختلف الأوساط. بيد أن شـجب التجربة للنسق بأسره عبر إقرار تضمنه لخلل ما لا يعنـي نجاحهـا فـي تبـيان موضعه. أتراه يتعين في الفرض الأساسي الدي يقر أن الضوء يتكون من مقذوفات تطلق بسرعة هائلـة مـن أجسام مضيئة؟ أم تراه فرضا آخر يتعلق بما يطرأ علـى جسـيمات الضوء بسبب الوسط الذي تتحرك فيه؟ إننا لا نعلم شيئا عن هذا. لقد تعجل أراجو حين حسب أن تجربة فوكو تدبـن مـرة وإلى الأبد فرض الابتعاث، أي فرض تمثل شعاع الضـوء مـن قبل حشد من المقذوفات. لو قام علماء الفيزياء بعـزو قـيمة لهذه المهمة، لنجحوا بالتوكيد في العثور وفق هذا الفرض على نسق في البصريات يتسق مع تجربة فوكو.

خلاصة القول هي أن الفيزيائي لا يستطيع عزل فرض بغـية اختـباره تجريبيا، ومبلغ ما يتسنى له إنجازه هو اختبار مجموعـة من الفروض. حين تتعارض التجربة مع تنبؤاته، فإن

مـــا يـــتعلمه هـــو وحـــود فـــرض واحد على الأقل ضمن تلك المجموعه يعد باطلا ويتعين تعديله. غير أن التحربة لا تحدد أيا من عناصر تلك المحموعة يتوجب نعديله.

لقد بعدنا كثيرا عن فكرة النهح التجريبي العشوائي الذي يتبناه أشخاص لا يألفون وظائفه الحفيقية. يعتفد الناس بوجه عام فـــي إمكـــان عزل كل فرض يستخدم في الفيزياء وفحصه عن طـــريق الـــتجربة، وحين تنجح اختبارات متعددة ومتنوعة في إتـــبات سلامته، يتبوأ منزلة محددة في النسق الفيزبائي. غير أن الواقـــع يخـــالف هدا المعتقد تماما. ليست الفيزياء آلة بالمقدور تفكـــيك أجزائها. إننا لا نستطيع أن نقوم بفحص كل حزء على حـــدة، بغية تعديله، وأن ننتطر إلى أن يتم فحص سلامته. العلم الفيزيائـــى نسق يتعين اعتباره بشكل كلي، فهو كائن عضوي لا ســـبيل لقـــيام أى جـــزء من أعضائه بوظيفته ما لم نقم أجزاؤه الأكثر نأيا بدورها، بعض منها بدور أهم من سواها، وإن نعين علـــى جميعها أن تسهم بدرحة أو أخرى. إذا حدث خلل ما، إذا أحسســـنا ببعض الإرباك في أداء هذا الكائن العضوي لوظائفه، سوف يتوجب على الفيزيائي أن يقتفي أثره في النسق بأسره كي

يصـــلح مـــن شأن الجزء الذي أصابه العطب دون أن يفكر فى إمكان عزل هذا الجزء وفحص مكوناته.

- إن تجربة فوكو لا تحكم على نحو فعال بين فرضين، فرض الابـــتعاث وفـــرض الموجة، بل بين فئتين من النظريات يتعين اعتبار كل منهما بشكل كلي، أي بين نسقين متكاملين، بصريات نيوتن وبصريات هايجينز.

ولكن دعونا نسلم للحظة بأن كل شيء في كل من هذين النسقين ملزِم ضرورة على نحو منطقي صرف، باستثناء فرض واحد. وفق هذا، دعونا نسلم بأن الحقائق، يشجبها أحد النسقين، إنمـــا تشـــجب مـــرة وإلـــى الأبد الافتراض المشكوك في أمره والمتضـــمن فـــي ذلك النسق. هل يلزم عن هذا أننا نستطيع أن نكتشف في "التجربة الحاسمة" إجراء لا سبيل لدحضه يجعل من أحـــد الفرضـــين حقـــيقة مثبتة؟ الوسط بين مبرهنتين هندسيتين متناقضتين مرفوع، فإحداهما باطلة والأخرى صحيحة ضرورة. هـــل بمقـــدور أي فرضـــين فـــي الفـــيزياء أن يشكلا مثل هذه المعضلة؟ هل نجرؤ على إقرار استحالة تصور فرض آخر؟ قد يكـــون الضـــوء حشدا من المقذوفات، وقد يكون حركة متذبذبة

تنتشـــر موجاتها في الوسط. هل يستحيل أن يكون شيئا آخر؟ لا ريـــب أن هـــذا مـــا اعتقده أراجو حين قام بتشكيل هذا البديل الحاســـم: هل تفوق سرعة الضوء في الماء سرعته في الهواء؟ "الضـــوء جسم. خلافا لذلك، فهو موجة". غير أنه يصعب علينا اتخـــاذ مثل هذا الموقف الحاسم. الواقع أن ماكسويل قد بين أننا نســـتطيع أن نعـــزو الضـــوء إلى تشويش كهربي دوري ينتشر ضمن وسط عازل.

خلافـــا لـــبرهان الخلـــف المستخدم في الهندسة، يعجز التـــناقض التجريبي عن جعل الفرض الفيزيائي حقيقة غير قابلة للجـــدل. اختـــياره علـــى هـــذه القدرة رهن بالقيام بتعداد شامل لمخـــتلف الفروض الخاصة بمجموعة محددة من الظواهر. غير أن عـــالم الفـــيزياء يخفـــق دومـــا في التأكد من أنه استنفد كل الافتراضـــات الممكن تصورها. إن صدق النظرية الفيزيائية لا يحسم برمي عملة في الهواء.

التضـــارب بين الحقائق الفعلية التي تشكل تجربة ما والتمثيل الرمـــزي الذي تستعيض به النظرية عن هذه التجربة إنما يثبت وجوب نبذ بعض من هذه الرموز. ولكن أي بعض منها؟ هذا ما

تخفـق الـتجربة فـي حسم أمره. إنها تحيل إلى حكمتنا عبء التخميـن. ضـمن العناصـر النظرية المتضمنة فى تشكيل هذا الرمـر ثمة باستمرار عدد معين يسلم به فيزيائيو أية حقبة دون اختـبار ويعتبرونه خارج نطاق الجدل. لذا، فإن الفيزيائى الذي يرغب في تعديل رمزه سوف يقوم بالتوكيد بجعل تعديله يرتهن بعناصر معايرة لتلك التي سلف ذكرها.

بيد أن ما يضطره للسلوك على هذا النحو لا يتعين في ضـرورة منطقـية. سوف يكون من الغريب والمربك أن يقوم بخلاف ذلك، لكنه لن يكون تناقضا منطقيا. لن يكون بذلك مقتفيا أثـر عـالم الرياضـيات المجنون إلى الحد الذي يجعله يناقض تعريفاته. الأكثر من ذلك، قد يحدث يوما أنه بالسلوك على نحو مخـالف، برفض البحث عن أسباب الخلل واللجوء إلى إصلاحه كي يعيد تكريس الاتفاق بين الصياغة النظرية والواقع، وبالقيام بـتعديل قضـايا أجمع الآخرون على التسليم بها، قد يتسنى له إنجاز عمل عبقري يفتح آفاق نظرية جديدة.

الواقـع أنـه يتوجـب علينا تحصين أنفسنا ضد التسليم الأبدي بفروض أصبحت أعرافا متفشية، وبدا أن يقينيتها تخترق

التناقض التجريبي، عبر عزو هذا التناقض إلى افتراضات أقل يقينية. إن تاريخ الفيزياء يبين أن العقل البشري غالبا ما ينتهي إلى الإطاحة بمثل هذه المبادئ، رغم أنها اعتبرت لقرون بدهيات لا سبيل لخرقها، بحيث يعيد تشكيل نظريات فيزيائية وفق فروض جديدة.

دور النماذج في النظرية العلمية[42]

[42] From Mary B Hesse, *Forces and Fields* (Edinburgh and London Thomas Nelson & Sons Ltd, pp 21-28 Used by permission of Nelson, and Philosophical Library, N Y

ماري هس

حصلت مارى هس على درجة الدكتوراه من حامعة لندن، وهي الآن محاصره في فلسفه العلم في حامعه كيمبردح. لمارى هس كتابان، فصلا عن العديد من الأبحاث، "القوى والمحالات"، الذى سابع تاريخ إشكالية التأثير عن بعد في علم الفيزياء، و"النمادج والنظائر في العلم".
Forces and Fields, Models and Analogies in Science

لأن النموذج يشتق عبر عملية مألوفة نفهمها جيدا، كما في حال الميكانيكا الجزيئية، فإنه يوفر سياق التوقعات الطبيعي التي تختبر عبرها النظرية. إذا اعتبرنا الآن بعض النماذج الميكانيكية في فيزياء القرن التاسع عشر، لا باعتبارها أوصافا حرفية للطبيعة كما يقر أشياع النزعة الطبيعية السائدة، بل باعتبارها أدوات ضرورية لجعل النظرية قابلة للفهم والاختبار، سوف يكون بالمقدور وصف وظيفتها المنطقية بطريقة أكثر وضوحا. سوف نجد أن هذا التصور يلقي الضوء على المشاكل الأعقد المرتبطة باستخدام النماذج في الفيزياء الحديثة.

تتعيـــن الخاصية الأكثر وضوحا في النموذج الملائم في كونـــه يعرض مناظرة مع الظواهر موضع التفسير، مفادها قيام

نماتل في البنية بين النموذج وتلك الطواهر. قد نقول بمعنى مباشر أن هناك مناظرة بين فرعين من فروع الفيزياء إذا استبيت ذات البنية الرياضية في كليهما، كأن نجد أنه بالإمكان صياغة نظريات الحرارة والاستاتيكا الكهربية باستخدام دات المعادلات طالما استعضنا مثلا عن "الحرارة" بـ"الحهد"، وعن "مصدر الحرارة" بـ"شحنة كهربية موجبة". حين تكون هناك مناظرة من هذا الفبيل، يمكن استخدام إحدى النطريتين بوصفها نموذجا للأخرى، كما فعل كيفلن حين استحدم فكرة انسياب الحرارة، التي سبق تكربس نظريتها، نموذحا لنظرية المجال في الاستاتيكا الكهربية التي كان يفوم بتطويرها للمرة الأولى. بمعنى مجازي، يمكن استخدام لفظة "مناطرة" لوصف العلاقة بين النموذج نفسه، جسيمات تشبه كرات البليارد مثلا، والكينونات التي يصادر عليها لتفسير الظواهر، جزيئات الغاز مثلا. الإقرار بوجود مناظرة يعني هنا الحكم بوجود تماثل بين مختلف القياسات التجريبية وبعض الأعداد المشتقة من نظرية النموذج. فمثلا، إدا أجريت الحسابات المناسبة، المؤسسة على نظرية الميكانيكا، على الطاقة الخاصة بكرات بليارد متصادمة،

ســوف نحصل على سلسلة من القيم العددية تشكل ذات السلسلة التـــي يقـــرها الترمومتر الحراري الموضوع في وعاء يحتوي على غار.

الســبب الذي يحول دون جعل نموذج من القبيل المطلق فـــى النظرية الديناميكية للغارات مجرد طريقة يمكن الاستغناء عـــنها فـــي تصوير المعادلات المناسبة، هو أنه بالمقدور تعميم الـــنمودج وتوســـيع نطاقه، فضلا عن اختباره، وإذا لزم الأمر تعديلـــه، في حين أن النسق الاستنباطي الصوري لا يقبل دلك. يمكـــن اختبار النموذج، لأنه نسق من الكينونات والعمليات سبق لـــنا الدراية بسلوكها بمعزل عن الحقائق التجريبية الجديدة التي يوظف فى تفسيرها. سلوك مجموعة الجسيمات المتحركة بشكل عشـــوائي فى وعاء مغلق يوصف في النظرية الديناميكية بشكل مســـتقل عن النتائج التجريبية المتعلقة بالغاز التي يقارن بها، ما يعنـــي أنـــه بالإمكـــان اســـتخدام المزيد من تفريعات نظرية الجسيمات المتصادمة لتوسيع نطاق نظرية الغازات واختبارها. يمكـــن طـــرح المزيد من الأسئلة، من قبيل "هل تشبه جزيئات الغاز الكرات الصلبة أو المرنة؟"، و"ما قطرها؟"، كما يتم اختبار

النظرية عبر استحداث تجارب للإجابة عن أسئلة تشبه الأسئلة التي يثيرها النموذج.

وبطبيعة الحال، فإن قيام النموذج بمثل هذه المهام لا يرتهن بكونه ميكانيكيا. لقد تم توجه عام نفضيل النماذج الميكانيكية في القرن التاسع عشر، ولكن حتى في الفيزياء الكلاسيكية استخدم نموذج الجسيمات المتجاذبة في الكهربية والمغناطيسية، كما استعملت نماذج كهربية في نظرية الاتحاد الكيميائى، ونموذج انسياب الحرارة في نظرية المجال. المطلوب ليس كون النموذج ميكانيكيا، بل أن تكون لدينا دراية مسبقة بخصائصه وأن يتم وصفه عبر نظرية، يفضل أن تكون رياضية، وأن يكون ذا "نسيج مفتوح" بحيث يسمح بالتعديل والبسط وفق ما يستدعي تفسير الظواهر والتنبؤ بجديدها.

تتعين الصعوبة، التى يبدو أن التصور القائل بضرورة النماذج يثيرها نسبة إلى الفيزياء الحديثة، في أنه ليس هناك أي نموذج من النمط التقليدي، يستخدم جسيمات أو موجات مشحونة، يلائم تفسير ظواهر المجال الذري. أحيانا يقال إنه يتوجب علينا ألا نبحث عن نماذج يمكن تصورها، وأن نرضى

بالفـــروض الرياضـــية الصـــورية التى لا تثار عبرها مفارقات نماذج الجسيم والموجة. في هذا الخصوص نلحظ أمرين يشيران إلـــى أن اشـــتقاق مثل تلك النتيجة سلوك مضلل. أولا، يواصل علمـــاء الفيرياء بالفعل استخدام النمادج الجسيمية والموجية، كل فـــي مواقف تناسبها، وهم يقومون بذلك لا تعاطفا مع قراء العلم الشـــائع، ولا لأنـــه يعين على تدريس الطلاب، بل لكونه يشكل جزءا مهما من البحث في تلك المجالات، وهذا أمر تكفي نظرة ســـريعة إلى أبحاث أصيلة لتبيانه وتؤكده البراهين سالفة الذكر. صـــحيح أنه في مستوى أعمق من البحث النظري، حيث يتعين أن نـــأخذ فـــي الاعتبار كل من السلوكيات الجسيمية والموجية، يكـــون بالمقدور إسقاط نمادج النمط الكلاسيكي، تطوير النظرية عـــبر حدود يستبان أنها رياضية صورية. ولكن هل يؤثر هدا فـــى إصـــرارنا على عدم كفاية الأنساق الصورية غير المؤولة لطرح تفسيرات نظرية؟

بـــالمقدور تفادي هده الصعوبة بملاحظة أن النظريات الرياضية ليست بالضرورة، ولعلها لا تكون أبدا، هيكليات غير مؤولة، إذا كنا نعني بذلك مجرد مجموعة من العلامات المؤلف

بيـــنها فـــى مبادئ اعتباطية تسمح بالاشتقاق وفق قواعد لا تقل اعتباطـــية. يصـــعب تبيان هذا بوجه عام، غير أنه قد يكون فى الوســـع شـــرحه عـــبر بعض الأمثلة. حين توحب التخلي عن الـــنموذج الفيزيقي للحركة الموجية في وسط مادي، بقيت آثاره فـــي نوع الرياضيات المستخدم، إذ ظلت لغة رياضية مشتقة من المعادلات الموجبة الخاصة بحركة الموائع، وغيرها، ولذا فإنها تحمـــل نســـبة للرياضـــي بعـــص التداعيات التخيلية المرتبطة بالصـــورة الفيزيقـــية الأصـــلية. أيضا، حين استخدمت هندسة رايمان في نظرية السببية العامة، لم نكن هيكلية غير مؤولة، بل توســـيعا طبيعـــيا لنطاق الهندسة ذات البعدين الخاصة بالسطح الكروي، الذي يمكن تصوره، بحيث تستمل على هندسة المكان ثلاثى الأبعاد المنحني في بعد رابع، الذي لا يمكن تصوره، وإن ظلت فيها بعض تأويلات الرموز، مثل " متقاصر" و"نصف قطر الـــتفوس"، ســـليمة. تمامـــا كما أنه بالمقدور أن تتعدد مستويات تـــأويل مجموعة من المعادلات الديناميكة، بدءا من جمل تتحدث عـــن كـــرات صلبة متصادمة وانتهاء بجمل تتحدث عن ضغط وحجـــم الغـــار، قد تتعدد تأويلات النظرية الرياضية البحتة في

مسـنويات مخـتلفة من التجريد، بحبث نشتمل بدرجة أو أخرى على إشارات لجمل عيبية في الهندسة الاقليدية أو الحساب. إن هـده الـتأويلات الخاصة بصيغ رياضية صورية بوفر النسيج المفـتوح الـذي يمكّـن مـن احنبار النظرية، ومن تعميمها أو تعدبلهـا، كما هو الحال تماما مع النماذج الميكانيكية والكهربية الأكثر عيبية. من المناسب إذن أن نتحدث عن "نماذج رياضية" فضـلا عـن أنـواع المناهج الأخرى الأكثر تقليدية. قد يحسب الـبعض أن لفظة "نموذج" مصللة هنا، بسبب عدم وجود شيء عينـي يـتم تشكيله أو تصوره. غير أن هذه الكلمة قد أصبحت مجـازة بسـبب تفشـي اسـتخدامها في علوم تختلف باختلاف الكوزمولوجـيا، الفيزياء الدرية، فسيولوجيا الدماغ، وعلم النفس الفرويدي. في حالة الفيرياء الأساسية على أقل تقدير، ما يسمى "نمـاذج" أصبحت الآن رياضية كلبة أو جزئيا على الأقل، كما فـي الكوزمولجـيا، حيت يتضح أن "نمادج العالَم" ليست نماذج بالمعنى الذي يمكن تصوره.

ولكـن إلى أي حد يتعين أن نحمل هذه الأنواع المختلفة من النماذج محمل الجد ألا نكون، بتبيان أنها تعد جوهرية بسبة

للـــنظريات، وليســـت حلية يمكن الاستغناء عنها، قد وقعنا في مفارقات النزعة الواقعية؟ ليس بالضرورة، فنحن لا نقر وجود مـــناظرة **تامة** بين النموذج والعالم، بل نقر فحسب وجود تماثل فـــى حوانـــب بعيـــدها (يمكن أن نسميها **بالمناظرة الإيجابية**)، بـــالمقدور توسيع نطاقه إلى حد لم يتسن بحثه. قد يبدو أنه ليس هـــناك معـــنى مهم يحتاز عليه الحديث عن "النماذج" ما لم تكن هـــناك جوانـــب يخفق فيها التناظر الذي تعرضه. إننا نفكر في الـــذرات علـــى اعتـــبار أنها "تشبه" كرات البليارد، **لا بوصفها** كـــرات بلـــيارد، لأننا نعرف أنها تختلف عن كرات البليارد في جوانـــب بعيـــنها (**المـــناظرة الســـلبية**). إن مكمن قوة الرؤية الصـــورية فى النظريات إنما يتعين في إقرارها إمكان أن نجرد مـــن الـــنموذج مـــناظرة إيجابـــية تمـــثل مدى المعرفة اليقينية بالظواهـــر، وأن نـــتخلص مـــن المناظرة السلبية التي قد تجعل النموذج مضللا. لقد بينا أنه ليس بمقدور اختبار أو توسيع نطاق الـــنظرية بوجه عام إذا تم ردها إلى هيكلية مجردة، ولكن ماذا عـــن الـــنظرية (مثال نظرية ماكسويل) التى تم اختبار قدراتها وعـــرف مـــدى تطبيقها وحدودها؟ لقد أعلن هرتز أن نظرية

ماكســـويل تشـــكل البنـــبه الصوربة لمعادلات ماكسويل، ويبدو بـــالفعل أننا حين نعرف مدى المناظرة التى يتعلق وفقها نموذج الأتـــير بالظواهـــر، ســـوف نتمكن من التعبير صوريا عما هو صحيح ومفيد فيها دون أية عبارات من قبيل "كما لو أن.." تقوم بعـــرض الجوانـــب غـــير المتعلقه. من البين أن نصير النزعة الصورية محق في التالي: الغاية من استخدام النموذج تتعين في جعلـــه غـــير ضروري نجعل أنفسنا على ألفة بمجال الاكتشاف الجديـــد، بحيـــث نستطيع وصفه عبر لغته نفسها، دون مقارنه بشيء أكثر ألفة. قد يصبح المجاز المشتق من النموذج "**استعارة ميـــتة**" ("جـــذب"، أنابيـــب القـــوة")، بمعنى أنها نكتسب معنى اصـــطلاحيا مـــن ســـياق الاكتشافات الجديدة وتفقد ارتباطاتها الأصـــلية. وقد يحتفظ معناها ببعض الارتباطات الأصليه، لكنها تعـــدل بطريقة تدريجية وفق انصاح مدى المناظرة السلبية، كأن يصـــبح معنى "جسيم" في الفيزياء ليس "الجسم الكروي الصلب والملون الذى " بل "الحالة الفرديه فى المجال الكهرومغناطيسي التـــى " أو "الحـــزمه الموجيه التي "، بحيث نشير النقاط إلى عـــدد غـــير محـــدد مـــن الأشياء التى يمكن أن تقال عن هذه

الكـــنونات، تمامـــا كما يمكن أن تفال أشياء لا حصر لها عن الأشـــياء المادية العادية بحيث لا ىدري، حتى بشكل ضمني، في أية مرحلة من مراحل الفيزياء كل هدا الأشياء.

الواقع أنه ليس هناك محال ىحثي يعد مقفلا بحيث يستنفد وصـــفه الصوري كل ما تود الفيرباء إقراره بحصوصه. وحتى حـــال معـــرفة البنـــية الصورية الحاصة ىمجال محدود، تحاول الفيزياء دوما الكشف عن نظرية أكنر أساسية وعمومية تشمله. النظريات المعزولة المحجورة صمں أطر صورية لم تعد متيرة علمـــيا، بصـــرف النظر عن نفع **تطبيقات** أوصافها الصورية، وحين يتم اكنشاف نظرية جديدة يتعير حتى وصف هذه النظرية من حىب المبدأ، كما حدث مع ميكانيكا كرات البليارد الني قامت الـــىظرية السببية بتعبيرها، رعم عدم حدوث تغير صوري في تطبيقاتها العملية.

غـــىر أن مسـألة ما إدا كاں المقصود من النموذج أن يكون وصفا فعليا مسألة مختلفة. إں كون النمودج لا يعرض في ىهايـــة المطـــاف ســـوى مناظرة محدودة، وإمكان التعبير عن علاقـــات مخبأة ىبں الأشياء ىحدود صوريه، أو باستخدام معدل

واصطلاحي لكلمات استعملت بداية على نحو مرتبط بالنموذج، لا يعنـــي أن هذه العلاقات ليست واقعية. لقد تم التسليم منذ عهد طويـــل بـــأن الكـــون دائري، رغم أن أرسطو اعتبر هذا الحكم نظـــرية قلقـــة يقترحها نموذج الشمس والقمر ونبررها براهين ظاهراتـــية. أيضـــا تم التسليم بأحكام من قبيل أن الأرض تدور حول الشمس، وبأن المركب الكيميائي يتكون من عناصر، وأن المغناطيسية كهربية في حال الحركة، وأن ثمة موجات لاسلكية تنتشـــر في الفضاء. أن جبهة الحقائق لا تستقر على حال، وهذا علـــى وجه الضبط هو الملمح التقدمي في العلم. غير أن هناك حالات كثيرة يوضح فيها هذا التقدم أن مختلف النماذج التي تفهم عبرها الحقائق الجديدة، وتقبل بسببها، كانت باطلة حرفيا، كونها لـــم تكـــن تشبه تماما الحقائق القديمة التي قورنت بها. لو كانت باطلـــة فعلا، لكان من الممكن منطقيا أن تكون صادقة، ما يكفي لموضـــع كـــل نمـــاذج هذه النظريات تحت بند الجمل الواقعية، وللتمكيـــن مـــن عقـــد تمييز دقيق بين الجمل التي كانت تشكل مقاربات أفضل أو **أسوء** للواقع.

يتعيــن على ذلك ملاحظه أنه لم يقصد من كل النماذج التــي طرحــت فـــي الفيزياء أن تكون أوصافا حقيقية على هذا النحو. فبالمقدور التمييز بين أربع استخدامات لا واقعية مختلفة.
أولا، **النماذج المماثله**، التي تستخدم قصدا لتحقيق مقاصد عملية، رغم الدراية ببطلانها. إن يرتهن مدى نفع مثل هذه النماذج بقدر منـــاطراتها الإيجابية، ومدى إمكان إغفال مناطراتها السلبية في الظـــروف العملية. هكذا قد يستعمل نموذج انسياب الحرارة في ســـياقات تســكل مقاربة كافية للنظرية الحركية، وقد تستخدم الميكانـــيكا النيوتونية في سياق لا يشترط دقة الميكانيكا النسبية.
ثانـــيا، قـــد تشكل قصدا **آلات مناظرة** (من الحديد والنحاس، أو باستخدام رسومات) لتمثيل جوانب بعينها من العمليات الطبيعية، بحيث تعمل مثل الحواسيب حال عوز الدراية النظرية الرياضية الخاصـــة بالظواهـــر المعنـــية أو حـــال صـــعوبتها. السلاحف الإلكترونـــية مـــثال علـــى هذا الاستخدام للنماذج، حيث تتضح مناظرة سلبية في جوانب بيولوجية وكيميائية بعينها بين النموذج والحـــيوان، تقابلها مـــناظرة إيجابية مجهولة القدر في بعض الجوانـــب الســـلوكية. الأنفـــاق الهوائية مثال آخر، فثمة دراية

بالــنظرية الرياضـــية الأساسبة، وإن كان يصعب اكتسابها في بعــض الحالات. إن هذه النمادج توظف بدبلا لنطريات رياضية استنباطية لم نتمكن بعد من معرفة تفاصيلها، ولا يقصد منها أن تكـــون أوصـــافا صـــحيحة بـــل أن تســـاعد على اكتشاف تلك الأوصـــاف. ثالـــثا، قـــد تســـتحدث نمادج بعدية لتجسيد نظرية رياضـــية قائمـــة أساســـا أو لمجـــرد جعل النظرية أسهل على التطبـــيق. مـــثال ذلك نمادج الأثير الميكانيكية السائدة في القرن التاسع عشر، التي تعين محمل تناظرها الإيجابي في المعادلات المـــناظرة، بحيث لم تسهم مباشرة في بسط أو اختبار النظرية، ولم يرم منها أن تكون واقعية. وأخيرا، ثمة **نماذج مكملة**، من قبـــيل نموذجـــي الجسيم والموجة في فيزياء الكم اللذين يستثني الواحـــد منهما الآخر في حوانب بعينها، ما يجعله يقصر محال نطبـــيق مـــناظرة الآخـــر الإيجابية، رغم أن قدراتهما الخاصة بالتناظر الإيجابي لبست مستنفدة في جوانب أخر، بحيب يتسنى توظيفهما نماذح مفيدة في ظروف خاصة.

لا ريـــب أنـــه بالإمكـــان تمييز أنواع أخرى من النماذج في ممارســـة الفيزياء وسائر العلوم، غير أن هذا التصنيف الموجز

يكفي لافتراح تعريف لمنزلة النموذج الواقعية. **يقصد من النموذج أن يكون وصفا واقعيا إذا كان يعرض تناظرا إيجابيا ولا يعرض أي تناظر سلبي في كل الجوانب التي سلف اختبارها، وإذا كان يحتاز على فائض محتوى يمكن من حيث المبدأ اختباره**، بحيت تفهم هده العبارة الأحيرة بمعنى واسع سوف نعنى به في سياق ضرب أمتلة تاريخية. النماذج التي تستوفي هدا المعيار تعد **نماذج وصفية**. قد يبدو أن الاستخدام المستمر لكلمة "نموذج" فيما يتعلق بهذا التعربف استخدام مفارقي، على اعتبار أن ما ننحدت عنه هنا هو إمكان وصف حرفى لا مجازي، والنموذج الذي يحقق هذا المعيار لن يشترط عبارات من قبيل "كما لو أن ". ولكن في ضوء التناظر الإيجابي الممكن الذي لم يتم اكتشافه بعد، يشكل الاحتفاظ بمثل تلك العبارة تذكيرا بإمكان أن يستبان بطلان النموذج. ومهما يكن من أمر، فإن استخدام كلمة "نموذج" قد يعين توكيد سماته الخاصة بالقابلية للفهم لا الخاصة بمجازيته. إنه نمودج بمعنى أنه صورة تستنسخ الظواهر باقصى درجات الدقة، لا بمعنى أنه انطباع أو كاريكاتير يقوم عمدا بتشويه ما يصوره. ويمكن

تسـمية الخاصـية التى تختص بها النظريات التى نمتل نماذج بحيـث تحـتار علـى معنى وينسنى اخبارها وبوسيع نطاقها بـــ"قابلينها للفهم"، وهدا شرط ضروري يتعين على النطريات استيفاؤه، فضلا عن معايير التدليل والدحض الني سلف ذكرها. يتضـح أيصـا تعلـق الفابلية للفهم بفكرة النفسير البدهية التي نرغـب وففها لا في الربط بين الطواهر والفيام بالتنبؤ فحسب، بل فى فهم هذا الربط، وهذه رغبة تفسر إلى حد كبير استمرارية اشتقاق النماذح من آليات نألفها.

فى علم أية حقبة زمنية، تمة فئة مهمة على نحو خاص مـن الـنمادج أو الـنطريات الوصفية يمكن تسميتها بالنماذج الأساسـيه، كونـها أكبر شمولية من غيرها ويتم افتراضها من قـبلها. لا يكون النمودج أساسيا إلا في علاقته بموقف تاريخي بعيـنه، مـثال الـذرات الدبمقرطيسـية، الحسبمات النبوتونية المـتجاذبة والمتـنافرة، والدينامـيكا الكهربية الكمية، التي تعد أساسـية نسـبة إلى سياقاتها التاريخية. إن هذه النماذج لا تتسق بشكل طبيعي مع الهرمية الاستنباط_فرضية التي توصف وففها النظريات بوجه عام، كوىها تبدو من منظور هده الهرمية كأىها

توطـــف فـــي ذات الوقت بوصفها تعميمات تنتمي إلى مستوى مـــتدن، وفروضا ذات مستوى عال، وقواعد للاستدلال. اعتبر كمـــثال قوانيـــن نيوتن في الحركه في الفيزياء الكلاسيكية. أنها بمعـــنى مـــا تعـــد تعميمات متدنية المستوى تنهض على حقائق تجريبية تتعلق بأجسام متحركة. وبمعنى آخر، تعد فروضا ذات مستوى عال يتم بالركون إليها، وإلى ملاحظات وتعميمات أخر، التنبؤ بمختلف الظواهر وتفسيرها. وبمعنى ثالث، تعد قواعد يتم وفقهـــا الاســـتنباط مـــن الفـــروض. غير أن مثل هذه النماذج الأساســـية لا تحظى باهتمام كاف في أدبيات فلسفة العلوم إن صرب التآثر المتبادل بين الأجسام يعد إحدى الخصائص العامة التـــي نعرضـــها مثل هذه النماذج، بل إنه لا سبيل لتحديد معنى "التأثـــير عن بعد" أو "حفز التلامس" إلا عبر النموذج الأساسي والمفاهيم التي تتضمنها

مثل النظام الطبيعي[43]

ستيفن تولمن

ولد سيفن تولمن في لندن عام 1922، وكان عضوا في كلية كنج وكيمبردج، حيث درس الرياصيات والفيرياء، كما قام بأبحاث حين كان طالبا للدراسات العليا تحت إشراف لودفج فيحتشتين. كان أيضا محاضرا في اكسفورد لمدة خمس سنوات، وأستاذا للفلسفه ورئيس القسم الفلسفه في جامعة لندن لفتره مماثلة. عمل أستاذا زائرا في جامعة ملبورن باستراليا وكلومبيا وستانفورد، وهو الآن مدير مؤسسة نعيلد لتاريخ الأفكار في لندن. فصلا عن "التكهن والفهم"، ألف تولمن "منزله العقل في علم الأخلاق"، فلسفه العلم"، و"نسيج السماوات" (بالاشتراك مع زوجته جون جودفيلد). و"معمار الماده"، كما كتب العديد من المقالات في فلسفة وتاريخ العلم.

Foresight Ana Understanding, The Place of Reason in Ethics, Philosophy of Science, The Fabric of The Heavens (with his wife, June Goodfield), and The Architecture of Matter

ما الظاهرة؟ وكيف يقر العلماء اعتبار الحدث "ظاهرة"؟ وكـــيف يعرفون أي نوع تتشكل؟ الرؤية التنبئية للتفسير تصرف

[43] From Stephen Toulmin, *Foresast and Understanding* (Bloomington Indiana Univ Press, 1961), pp 44-61 Used by Permission of Indiana Univ Press, and of Hutchinson & Co (Publishers) Ltd London

الـــنظر عن هذه المسألة، وهذا أمر يؤسف له. ذلك أنها تقترح أنـــه لا فرق بين الحوادث من وجهة نظر تطبيق النظرية، تماما كما أنه لا فرق بين مختلف حالات المد والجزر وشروق الشمس والكسوف عند عالم الأرصاد الجوى. لو كان لدينا أصلا أسلوب للتنبؤ بحالات الكسوف أو المد، يتعين أن يطبق على حد السواء علـــى كل الحوادث، ما يثير التساؤل عن مبرر أن يختلف الأمر في حال التفسير.

بـــيد أن هناك فرقا مهما. قد يتكهن العراف بكل حوادث نمـــط بعينه على النحو نفسه، لكن الظاهرة عند العالم ليست أي حدث من القبيل الذى يعنى به، بل هى، كما يقر واضعو المعاجم محقيـــن، "حدث يعد سببه مثار سؤال"، خصوصا حين يكون "غـــير متوقع إلى حد كبير". فضلا عن ذلك، إذا كانت الظاهرة حدثـــا غير متوقع، فإن هذا يشير لا إلى أن العالم أغفله أو فشل فـــي التنـــبؤ بـــه، بل إلى كون العالم احتاز على توقعات مسبقة بعينها جعلت الحدث غير متوقع.

لا يتكون مسار الطبيعة عند العراف إلا من "شيء لعين تلـــو الآخر". لن يُضبط العراف متلبسا بحال الغفلة، فقد اكتشف

طـــريقة للتكهـــن بـــالحدث التالي. لكن هذا لا يعني أنه يفهم ما يحـــدث. موقـــف العالم مختلف تماما. إنه يبدأ بمعتقد مفاده أن الأشياء لا تحدث فحسب (ولا تحدث بشكل منتظم فحسب)، بل ثمـــة مجموعـــة مثبتة من القوانين أو الأنماط أو الآليات تفسر اتخـــاذ الطبـــيعة المسار الذي تتخذ، وأنه يتعين على فهمه لتلك القوانين أو الأنماط أو الآليات أن يرشد توقعاته. فضلا عن ذلك، لديـــه بدايات فكرة عن ماهية تلك القوانين والآليات، ولذا فإنه لا يقـــارب الطبـــيعة (ويتوجب عليها ألا يقاربها) خلوا من الأحكام والمعـــتقدات المســـبقة. عوضا عن ذلك، فإنه يبحث عن شواهد تبيـــن له كيف يشذب ويشكل أفكاره، بحيث تطابق الطبيعة التي يناجز بشكل أفضل.

هـــذا هو ما يجعل الطواهر" مهمة عنده. يحسن اللاعب مـــن أساليبه الرياضية بطريقة أسرع بالاحتكاك مع من هم أقدر مـــنه بدرجة واحدة. وعلى نحو مماثل، يبحث العالم عن حوادث ليســـت مفهومـــة تماما، وإن كان بالإمكان استيعابها عبر اتخاذ خطـــوة ذهنية بمقدوره اتخاذها. طالما أن كل شيء يسير بحيث يتســـق مـــع توقعاته المسبقه، فلن يجد فرصة لتحسن نظريته.

يتعيــن عليه البحث عن انحرافات لم يتسن بعد تفسيرها، لكنها نعد بقابليتها لأن تفسر.

ما أن يشرع المرء فى تحديد الظواهر، حتى تترى على قلمــه كلمــات موحــية مــن قبيل "انحراف"، و"شذوذ" و"عوز الانــتظام". كــل هــذه تستلزم بوضوح أننا على دراية بمسار مباشــر، ســلس، ومنــتظم للحــوادث يعد قابلا للفهم، عقلانيا، وطبيعــيا بطريقة معايرة "للظاهرة". هذه على وجه الضبط هي النتــيجة التي نبدي الآن استعدادا للخلاص إليها: توقعات العالم المسبقة محكومة بأفكار أو مفاهيم عقلانية تتعلق بالنظام العادي للطبــيعة. الأشــياء التــي تحدث بطريقة تتسق مع هذه الأفكار يجدهــا بيّــنة. سبب أو تفسير الحدث يكون موضع تساؤل (أي يصــبح الحــدث ظاهرة) حين يبدو أنه ينحرف عن هذا المسار المعــتاد. تصنيف الحدث ضمن مختلف أنواع الظواهر (كما في حالــة "انكسار شاذة") يتم بمقابلته مع الحالة العادية والمفهومة. وقــبل أن يكون بمقدور العالم أن يكون راضيا، يتعين عليه أن يجد سبيلا لتطبيق أو بسط أو تحوير أفكاره المسبقة عن الطبيعة بحيــث يجعــل مــن الشذوذ حالة سوية. سوف نبحث الآن في

حـــالات ممـــثلة تستبان فيها هده العملية الذهنية، بحيث تتضح بعـــض الوظائف التي تقوم بها "مُثل النظام الطبيعي" في نطوير وتطبيق النظرية العلمية.

لـــنا فـــى هذه المرحلة أن نعيد النظر في تاريخ العلم؛ بحبـــت نعنى خصوصا هذه المرة بالقرن السابع عشر. في تلك الحقـــبة طـــرأت تغـــيرات حاسمة على العديد من فروع العلم، اشـــتملت علـــى حالتـــي إعادة توجيه أساسيتين، سوف تتشكلان موضـــع عـــناية هذا الفصل والفصل الذي يليه. بداية، دعونى أوضـــح مفـــاد إشـــارتي إلى إعادة الترتيب الداخلية ضمن علم الدينامـــيكا، التـــي حلت عبرها في نهاية المطاف مفاهيم نيوتن الأساســـية بديـــلا عن مفاهيم أرسطو. في الفصل التالى، سوف نهـــتم بـــبعض التغيرات التي لم تبدأ بجدية إلا في نهاية القرن السابع عشر، وأحدثت تعييرا لا في التنظيم الداخلي للعلم، بل في العلاقـــات المتـــبادلة بيـــن علمين مختلفين، عنيت الفسيولوجيا ونطرية المادة.

فـــي كـــل حالـــة، يمكن طرح تصور زمني للتجارب والمنشورات والاكتشافات الامبيريقية التي قام بها العلماء. غير

أن لا سبيل لفهم التغيرات الدهنية التي طرأت على أفكارهم إلا إدا نفذنــا إلــى أعمــاق أكــثر غورا وحاولنا ملاحظة الأنماط الأساســية للــتوقعات المعنية في حالات الجدل. فالحوادث من القبــيل الدي قبله الأسلاف بوصفه مسارا طبيعيا أضحت تعتبر الآن (كمــا سوف نرى) حالات شذوذ معقدة؛ في حين أصبحت حــوادث أخــر، سلف أن بدت استثنائية أو شاذة، بل حتى غير قابلــة للتصور، تعامل بوصفها حالات مثالية للنظام الطبيعي. ولكن دعونا نفصل في تلك الحالات.

اعتــبر أولا الــثورة التى حدثت في علم الديناميكا في القــرن السابع عشر. لتوضيح التغير المركري، يتوجب أن نبدأ بالنظر في الصورة الساخرة للنظريات قبل الجاليلية في الحركة، التي يمكن أن يقتفى أثرها إلى أرسطو. "كانت أفكار الناس عن الديناميكا قبل جاليليو" فيما تقترح تلك الصورة، "تركن إلى خطأ بسيط. كان أرسطو فيلسوفا، وفي أفضل الأحوال بصيرا للمذهب الطبيعي، لكنه لم يكن عالما حقيقيا. ربما لم تعوزه المهارة فى تجمــيع عينات ومعلومات متفرقة، لكنه لم يكن يحسن التفسير. لقــد طرح رؤى يتضح بطلانها بخصوص طريقة تعلق حركة

الجســم بالقوى المؤثرة عليه، فلقد أقر هذا الجهول أن أثر القوة المؤثــرة بشكل مستمرعلى أي جسم يتعين في جعله يستمر فى حركــته بســرعة ثابتة، في حين اكتشفنا الآن أن القوة الثابتة لا تنتج سرعة ثابتة بل تسارعا ثابتا. هكذا بالغ أخلاف أرسطو في تبجـيل قدراتــه الذهنية، فوثقوا في كلمته عوضا عن الثقة في عــيونهم؛ وحدهــا أعمــال العبقري العنيد جاليليو، الذي رفض السماح لنفسه بأن تربكه الألفاظ، وأصر على إخضاع حتى أكثر التعاليم سلطوية ومهابة لاختبار الخبرة، التي استطاعت الفضاء على هذا المسخ وجعله طي النسيان".

وفــق هذه الصياغة، قد يكون هذا كاريكاتيرا لكاريكاتير أكــتر من كونه كاريكاتيرا، رغم أننا غالبا ما نصادفها، جزئيا، بشــكل ضمني، أو ربما فى صياغة أقل سماجة.على ذلك، فإن الصورة المتضمنة في هذا التصور للميكانيكا الأرسطية ولإسهام جاليلــيو فــي فكــرنا، تمثل مجموعة من الأخطاء والأساطير التاريخــية تعد استثنائية حتى نسبة إلى تاريخ العلم، الموضوع الــدي حاول فيه المؤسسون أشباه جورج واشنطن لفترة أطول ممــا يجــب التمرد على أسلافهم. ما يتوجب على المرء شجبه

ليس فقط عدم أرجحية أن يقع رجل بقدرات أرسطو في مثل هذا الخطــأ الفاضح البسيط، بل أكثر من ذلك الطريقة التي يحط بها ذلــك الكاريكاتــير مــن شأن حدث رائع بحيث يجعل منه حدثا مبتذلا.

أين يكمن الخلل إذن؟ نلحظ بداية أن ذلك التصور يعزو إلــى أرســطو فضل محاولة القيام بشيء يبدو أنه لم يفكر فيه إطلاقــا. إنه يصوره كما لو أنه يطرح علاقة رياضية من النوع الــدي نألفــه في النظرية الديناميكية الحديثة. يمكن صياغة هذه العلاقــة لفظــا: "القوة تختلف باختلاف ناتج ضرب الوزن في الســرعة"؛ أو رمزا: $F \propto W \times V$. غير أنه لا سبيل لقراءة هذا فــي أعمــال أرســطو إلا عبر ارتكاب خطأ تاريخي. نادرا ما نصــادف هذا النوع من المعادلات قبل القرن السادس عشر بعد الميلاد، لا لأن الرموز المستخدمة فيها لم تكن استحدثت بعد، بل لأن ذات الأفكــار المتضمنة في استخدام مثل هذه المعادلات لم يتم تطويرها إلا في السنوات التي سبقت عام 1600 مباشرة.

وبالطبع، إذا قبلنا هذه المعادلة بوصفها تعبيرا عن رؤية أرســطو، وقمــنا بــتأويلها من منظور محدث، سوف نجد أنها

مخطـــطـئة بشـــكل مؤس. دلك أنه من الطبيعي هذه الأيام أن نفوم بتأويل الرمز الخاص بالسرعة على أنه يعني "السرعة اللحظية"، وأن نفسر رمز القوة وفق معناه النيوتوني الفياسي، وهدان مفهومان لم يتم تشكيلهما بوضوح تام إلا عام 1687. مباشرة ثمة اعتراض ينار. يبدو الحد "وزن" الآن في غير موضعه إطلاقا، ويتوجب افتراضا أن يستعاض عنه بالحد "كتلة". ولكن حتى لو قمنا بدلك، لا ريب أن نسبة الفوة المؤثرة على الجسم إلى كتلته لا تحدد سرعته بل تسارعه. على ذلك يجب أن نتساءل: هل ننسب هنا إلى أرسطو أحكاما قصدها؟ إذا كنا نحمله معاني لم يفل بها، فلا غرو أن نخلص إلى ارتكابه خطأ جسيما.

ولكن ما السبيل المغاير لفهم ما يريده أرسطو؟ بوجه عام، يجب طرح ما يفوم به في كتاب "الفيزياء" لا في شكل معادلات دقيقة، بل في أفضل الأحوال في شكل نسب وتناسبات تفيم علاقة مثلا بين طول الزمن الذي تستغرقه مختلف الأجسام لطي ذات المسافات حتي تؤثر عليها درجات مختلفة من الجهد. إنه يضرب مثل هذه الأمثلة كما لو أنها معنية بمهام، بحيث

يطرح أسئلته على النحو التالى: "إذا استعرقت المهمة كدا الوقت كـــدا، ما الوقت الذي سوف تستعرقه المهمة كذا؟". مثال ذلك، إذا اســـتطاع رجل بنفسه حمل حسم مسافة مائة ياردة في ساعة مـــن الزمـــن، مـــا حجم الجسم الدي بستطيع رجلان حمله دات المســـافة في ذات الزمن؟ إں أرسطو يخلص إلى أن فدر إراحة الجسم بجهد معطى، يطرد عكسيا، ضمن حدود بعينها، مع حجم الجســـم، وأنـــه بـــالمفدور إزاحة الحسم في زمن مفاس مسافة تتناسب طرديا مع الجهد الذي يتم بذله.

وبطبـــيعة الحال، فإن هدا النوع من النسب (فيما يجوز أرســـطو) لا يســـري حال تحاوز حدود بعينها. قد يكون الجسم كـــيرا إلـــى حد أںه لا سبيل لںحريكه إلا عبر حشد من الناس، بحيث لا يتأںر بالجهد الذي يبذله واحدهم؛ أرسطو يضرب مثالا علي ذلك بمجموعة من الرجال تحاول تحريك سفينة. أيضا فإنه يلحـــظ محفا أن الأثر الذي يحدثه المرء ببذل جهد بعينه يتوقف كلـــية على المقاومة التي يتعبن عليه التغلب عليها. سوف يحتاج الحشد الذي يقوم بسحب سفينة عبر طريق وعرة إلى زمن يفوق ذلـــك الـــذي يســـتغرقه في سحبها عبر طريق ممهدة. كتقريب

تمهـيدي، كونــه لا يحتار على تعريف أفضل "للمقاومة"، يقوم أرســطو بطرح التناسب التالي: المسافة التي يتم طيها في زمن بعينه تطرد عكسيا مع قوة المقاومة ضد الحركة.

ثمــة ثلاثــة أشــياء نحتاج إلى قولها بخصوص نسب أرســطو، قبل أن نقوم بفحص الاختراعات الديناميكية فى القرن الســابع عشــر. مفاد الأول هو أن أرسطو ركز اهتمامه على حــركة الأجسام قباله مقاومة لا بأس بها، وعلى الفترة الزمنية المنطلبة لإحداث تغيير تام في الموضع. لأسباب متعددة، لم يعن إطلاقــا بمسألة تعريف "السرعه" حال اعتبار فترات زمنية يقل مداها تدريجيا (أي السرعة اللحظية). أيضا فإنه لم يبد استعدادا للاهــتمام بالكيفية التي تتحرك بها الأحسام حال غياب المقاومة عملــيا أو نهائــيا. لقــد اسببين أن تردده كان مؤسفا، رغم أن مــبرراته كانت معقوله وجديرة بالثناء. لقد كان ارسطو يرفض دومــا، على كونه فيلسوفا محتما عليه، وفق مذهب البعض، أن يحلــق فــي السماوات، أن يستدرج إلى نقاش الأمثلة الحدية أو المســتحيلة. إذا أغفلنا لبرهة السقوط الحر بوصفه حالة خاصة، فــان كــل الحركات التي نلحظها من حولنا، فيما يقر أرسطو،

محكومة وفق درجة أو أحرى من التوازن التام بين مجموعتين من القوى: القوى التي تنزع إلى الحفاظ على الحركة وتلك التي تنزع نحو مقاومتها. في الحياة الواقعية أيضا، يتخذ الجسم دوما وقتا بعينه لطي أية مسافة محددة. لا ريب، والحال ما وصفت، أنـــه اعتبر مسألة السرعة اللحظية ممعنة في التجريد؛ وكذا كان موقفـــه مـــن فكرة الحركة التي لا تحول دونها أية قيود والتي رفضـــها بوصفها غير واقعية. أفترض أنه كان محقا؛ فحتى في فـــراغ المسافة الفاصلة بين النجوم، حيث بالمقدور عمليا إغفال العوائـــق التي تعرقل حركة الأجسام، تظل هناك بعض المقاومة الطفيفة، وإن كانت متقطعة.

الأمـــر الثاني مفاده أننا إذا عنينا مباشرة بأنواع الحركة التـــي اعتبرها أرسطو نمطية، سوف نجد أن تناسباته التقريبية تظل تحتفظ بموضع محترم حتى في فيزياء القرن العشرين. إذا قمـــنا بتأويلها لا بوصفها رؤية منافسة لرؤية نيوتن في الطبيعة، بـــل باعتـــبارها تعميمات تتعلق بالخبرة المألوفة، سوف نكتشف صحة الكثير من أحكامه، بل إننا قد نقر أنه تحدث بطريقة أكثر حكمـــة مما تمكنه معارفه. ذلك أنه في حين جادل فحسب بغية

الحصـــول علـــى نســـب كيفية تقريبية تربط بين مجمل قياسات مكانية وزمانيه، يلحظ الفيزيائيون المعاصرون معادلة رياضية دقيقة تكاد تناطر نسبه، رغم أنها تربط بين متغيرات لحظية من نوع لم يستخدمه إطلاقا.

تعـــرف هده المعادلة باسم "قانون ستوكس"، وهى تربط بيـــن ســـرعة تحـــرك الحســـم حين يوضع في وسط مفاومي، كالســـائل، والقـــوة المؤثـــرة عليه وكثافة (لزوجة) الوسط. يقر ســـتوكس أن ســـرعة الحسم في هذه الظروف تطرد إيجابيا مع القـــوة المؤترة عليه وسلبيا مع لزوجة السائل. هبنا أسفطنا كرة بليارد في سوائل ذات لزوجة مختلفة (ماء، عسل، وزئبق مثلا). في كل حالة سوف تتسارع الكرة للحظة، ثم تتحرك حركة سفلية بسرعة حدية (نهائية) محددة من قبل لزوجة السائل المعني. إذا تمـــت مضاعفة القوة المؤثرة، سوف تتضاعف سرعة السقوط؛ وإذا كان لأحد السوائل ضعف معامل لزوجة آخر، سوف تطوي كرة البليارد المسافة بنصف السرعة.

الأمر الثالث يولف بين الأولين، عنيت حقيقة أن أرسطو أسس تحليله على مفهوم تفسيري أو بارادايم بعينها، قام بتشكيلها

عــبر اعتــبار أمثلة من نمط قياسي، وكونه استخدم هذه الأمثلة موضــعا للمقارنة حين حاول فهم وتفسير أي نوع من الحركة. إذا أردت فهــم حــركه الجسم، يتعين وفق رؤيته أن تفكر فيها بالطــريقة التي تفكر في العربة والحصان؛ يتوجب عليك البحث عــن عامليــن، العامل الخارجي (الحصان) الذي يجعل الجسم (العربة) يستمر فى حركته، والمقاومة (وعورة الطريق واحتكاك العــربة) التــي تــنزع نحو جعل الحركة تتوقف. يعنى تفسير الظاهرة إدراك أن الجسم يتحرك بمعدل يتناسب مع حسم بوزنه، حيــن يــتعرض لــذات الــتوازن بين القوة والمقاومة. الحركة المستمرة تحت تأثير هذا التوازن هو الحدث الطبيعي الذي يتعين توقعــه، ولــذا، فإننا بتبيان أن الحدث يعرض مثل هذا التوازن نكون قد نجحنا في تفسيره.

وكمــا نعــرف، فإن تحليل أرسطو لا ينطبق في حالة تحرك الجسم فى مواجهة مقاومة طفيفة. إذا أسقطت كرة بليارد فــي الهــواء عوضا عن الماء أو الدبس، سوف تتسارع لوقت طويل. في الظروف الأرضية، لن يكون بمقدورها أن تسقط إلى مســافة تكفــي لبلوغها "السرعة الحدية"، التي يبدأ عندها قانون

سوكس في السربان. العامل الأكثر أهمية في هذه الحالة سوف يكــون فترة التسارع الابتدائية، وهدا أمر لم يحظ إلا بنزر يسير مــن اهــتمام أرسطو. لو أنه أمضى وقتا أطول في التفكير في مســألة التســارع، لربما تمكن من رؤية حاجته إلى شيء أكثر تركيبا من تناسباته البسيطة.

ســتراتو، أول أتباع أرسطو المهتمين بالميكانيكا، عني بهــذه الظاهرة، غير أنه لأسباب كثيرة، بعضها فكري وبعضها الآخر تاريخي، لم يتسن له ولا لخلافه من الأقدمين تحقيق تقدم عظــيم يــتجاوز نسب أرسطو. هكذا أحيل الأمر إلى رياضيي اكســفورد فــي بدايــة القرن الرابع عشر، الذين قاموا بإضافة تعــريف مناسب للتسارع إلى تفسيرات أرسطو للسرعة، بحيث مهدوا الطريق أمام ستيفن وجاليليو ونيوتن.

يكفــي هــدا لنقاش الخلفية. ما الذي حدث إذن في علم الديناميكا خــلال القرن السابع عشر؟ لا ريب أن الكاريكاتير ذائع الصيت مخطئ في الجانب التالي: لم يحدث أن أدرك الناس فجــأة خطأ رؤية أرسطو، في حين وثق أسلافهم ثقة عمياء في صــحتها. أرســطو نفســه طرح نسبه على اعتبار أنها تسري

فحسب ضمن حدود بعينها، كما أن جون فيليبونز (حوالي عام 500 بعد الميلاد) أوضح تماما أنه لا سبيل لتفسير المقذوفات والأجسام الساقطة بحرية إلا عبر استحداث مفهوم لا عهد لأحد به. لقد تعينت الإشكالية في كيفية الإصلاح من شأن الخلل.

نستطيع أن نرى على نحو استعادي أن التخلي عن البارادايم التي شكلت لب تحليل أرسطو كان محتما، وأنه كان عليها أن تخلي السبيل أمام بارادايم أخرى تؤكد أهمية التسارع. غير أن ذلك لم يكن أمرا هينا. لقد اعتاد البشر وفق خبراتهم اليومية وبسبب "ثقتهم العمياء في سلطة أرسطو" التفكير في الحركة بوصفها توازنا بين القوة والمقاومة، ولذا انحدوا الخطوات المهمة مترددين، محرزين في كل مرة تقدما طفيفا، في مواجهة الحس المشترك الذي ورثوه عن أسلافهم. الخطوة الأكثر حاسمية اتخذها جاليليو، رغم أنه قصر عن بلوغ النتيجة التي يعزى إليه عادة فضل اكتشافها.

لقد أصر محقا على أنه لا شيء طبيعيا أو عقلانيا على وجه خاص في سكون الجسم حال تلاشي القوى الخارجية. السكون يشبه الحركة المنتظمة في كون كليهما "طبيعيا" نسبة إلى

الجسم الموجود على الأرض. سوف نلحظ هذا إذا قاربنا تدريجيا حالة انعدام المقاومة التى أنكرها أرسطو بسبب استحالتها. فكر في سفينة في بحر هادئ، وتخيل أن مقاومة الحركة تقل تدريجيا إلى أن تصل إلى حد يمكّن من إغفالها نهائيا. لو حدث ذلك، فيما يقر جاليليو، لحافظت السفينة على سرعتها الأصلية دون تغيير. ولو كانت ساكنة أصلا، لظلت ساكنة إلى أن تقوم قوة خارجية بتحريكها، ولو كانت متحركة، لاستمرت فى حركتها عبر ذات المسار وبنفس السرعة إلى أن يعوقها عائق. الحركة المستمرة بنفس السرعة قد لا تكون أقل طبيعية ولا قدرة على تفسير نفسها من السكون، والمقاومة الخارجية وحدها القادرة على جعل الأجسام الأرضية تتوقف عن الحركة.

بهذه الخطوة اقترب جاليليو كثيرا من رؤية نيوتن الكلاسيكية، غير أنه لم يصل إليها. صحيح أنه استبدل بارادايم جديدة ببرادايم أرسطو في الحركة الطبيعية (كون الحصان والعربة يسيران بسرعة ثابتة في مواجهة مقاومة بعينها). نسبة إلى أرسطو، تعد كل أنواع الحركة الأرضية المستمرة "ظاهرة"،

أي انحـــراف عن النظام المعتاد، ولذا سوف يتساءل عما يجعل سـفينة جاليليو المتخيلة تستمر في الحركة. في المقابل لم يطلب جاليـــيو سوى تفسير التغيرات التي تطرأ على حركه الأجسام. بمقدور سفينته أن تتحرك دون قوة محركة.

قـــد يبدو لأول وهلة أن هذه النتيجة تشبه قانون العطالة الحديـــث، غـــير أن بارادايم جاليليو لم تكن أكثر شبها بنموذجنا الأمـــثل مـــن بارادايم أرسطو. ذلك أن ما اعتبره جاليليو حالة مثالـــية تمـــثل في سفينة تتحرك دون أن تضعف سرعتها عبر دائـــرة عظيمة، بسبب عدم وجود قوة خارجية تقلل من سرعتها أو تـــزيد مـــنها. لقـــد ارتأى إمكان أن تكون الحركة المنتظمة بطبيعـــية السكون. لكن هذه الحركة المنتظمة اتخذت مسارا أفقيا مغلقا يدور حول مركز الأرض، وقد اعتبر هذه الحركة طبيعية تمامـــا وقادرة على تفسير نفسها. لا يبدو أنه أفكر في أن وزن الســـفينة يحـــول دون إقلاعها من الأرض في مسار يتخذ شكل المماس، وهذه صورة نجدها واضحة عند نيوتن.

الواقع أنه لو قامت سفينة جاليليو المتخيلة بالإقلاع من الـــبحر والاختفاء في الفضاء عبر مسار خط إقليدي مستقيم، لما

كـــان أقل دهشة منا، بل لكان أكثر استغرابا. سوف يكون لدينا فـــرص ممكـــن يفســـر هذا الحدث المذهل، عنيت توقف تأثير الجاذبـــية علـــى السفينة بحيث لا تعود ملزمه بالبقاء على سطح الأرض وتتمكـــن مـــن الإقلاع عبر مسار طبيعي. لم يكن هذا البديل متوفرا لدى جاليليو، فوفق منظوره، القوى الفعالة وحدها القادرة على إرغام السفينة على اتخاذ مسار مستقيم، عوضا عن التطواف طوعا حول مسارها الدائري العظيم.

عـــند نيوتـــن تتغـــير مُثل الحركة الطبيعة مرة أخرى. المثال الأساسي مثالي على نحو تام. سوف نكف عن التعامل مع حـــركة الجســـم بوصـــفها قـــادرة على تفسير نفسها ما لم تكن تحـــررت من تأثير كل القوى، بما فيها وزن الجسم المعني. لقد كـــان بمســـتطاع جاليليو أن يفسر مفهوم العطالة بالإشارة إلى أشـــياء حقيقـــية (سفينة تمخر عباب البحار)، أما نيوتن، فقد بدأ نظريـــته بطـــرح مثال غاية في التجريد، اعتبره نموذجا مثاليا؛ جســـم يـــتحرك بسرعة منتظمة عبر خط إقليدي مستقيم، وهذا، وفـــق رأى أرســـطو، آخـــر شيء يمكن أن نصادفه في العالم الواقعي. غير أن نيوتن ليس ملزما بالزعم بأن كل جسم يتحرك

حقيقة وفق قانونه الأول، فهو يقتصر على طرح معيار للجواب التي تستدعي فيها حركة الجسم تفسيرا، وللقوى اللازم توضيحها إذا رغبنا في أن يكون تفسيرنا مرضيا. لا يتحرك الجسم بسرعة ثابتة عبر خط مستقيم إلا إذا ترك وشأنه، وليس ثمة جسم يُترك وشـــأنه. هذا، عند نيوتن، محرد نموذج ديناميكي، النوع الوحيد من الحركة القادر على تفسير نفسه، الحر من التعقيدات، والذي لا يستدعي، إن وجد، أي تعليق.

يتضح الآن السبب الذي جعلني أبدأ بطرح قانون نيوتن الأول (مـــبدأ العطالـــة) بوصفه أحد "مُثل النظام الطبيعي"، وهو أحـــد معايـــير العقلانـــية والفهم التي أعتبرها كامنة في لب أية نظـــرية علمـــية. في أعمق مستوياتها، تضمنت التغيرات التي طـــرأت على ديناميكا القرن السابع عشر، التي شرعت تتشكل بـــدءا مـــن مطلع القرن الرابع عشر، الاستعاضة عن باراديم أرسطو المتسقة مع الحس المشترك بباراديم نيوتن المثالية. من مـــنظور مـــا، يعد هذا نكوصا، فلقد أصبح لراما مذّاك، تحقيقا لمقاصد نظرية، القيام بربط حوادث يومية نألفها بأوضاع مثالية متخـــيلة لا تـــتحقق إطلاقا، أوضاع لا تعد حتى حركة الكواكب

سوى مقاربة لها. بيد أن هذا التعبير لم يلبث أن آتى أكله. فما أن تم قبول هذا المثال النظري الجديد، حتى تسنى لفرض التجاذب العام أن يفسر العديد من طوائف الحوادث التي لم يكن تسنى تفسير كثير منها كلية. في النظرية التي حلص إليها نيوتن، استطاع عرض نوع جديد من العلاقات والضرورات بوصفها جزءا من نظام طبيعي يمكن فهمه.

يوضح هذا المثال كيف أن فكرة التفسير ترتبط بأنماط توقعاتنا المسبقة، التي تعكس بدورها افكارنا الخاصة بالنظام الطبيعي. خلاصة القول هي أن النظرية الديناميكية تتضمن إشارة صريحة أو مستترة إلى حالات قياسية أو "باراديم" تقوم بتحديد الطريقه التي يُتوقع بها تحرك الأجسام في المسار الطبيعي للحوادث. وبمقارنة حركة أي جسم حقيقي بهذا المثال القياسي، نستطيع الكشف عما يحتاج لأن يعد "ظاهرة"، إن كان ثمة شيء من هكذا قبيل. إذا اتضح أن الحركة موضع التقصي ظاهرة (أي "حدث يشكل سببه موضع تساؤل")، يتوجب على النظريه أن تشير إلى كيفية تفسيره (فى نظرية نيوتن، هذه هي المهمة الأساسية التي يقوم بها القانون الثاني)، بتوضيح العلل

المناسبة ("القوى" النيوتونية على سبيل المثال). قد نتمكن من مواءمة الظاهرة بالنظرية، وإذا قمنا بذلك، نكون نجحنا في الحصول على" تفسير". وكل خطوة من خطوات هذا الإجراء، بدءا من تحديد هوية "الظاهرة" التي تستدعي تفسيرا، وانتهاء باتخاذ قرار ملاءمة التفسير، محكومة بالمفاهيم الأساسية التي تشتمل عليها النظرية.

لا غرو إذن أن يشكل استبدال أحد مُثل الحركة الطبيعية بآخر مِثل هذا التغيير الجذري في علم الديناميكا. الواقع أن الذين يعتنقون مُثلا أو نماذج مثلى مختلفة لا يتقاسمون أيه حدود نظرية يناقشون عبرها مشاكلهم بشكل مثمر، بل لا يكونون معنيين بذات المشاكل. فالحوادث التي تشكل "ظواهر" عند الواحد منهم سوف تغفل من قبل المنتمي إلى بارادايم أخرى على اعتبار أنها "طبيعية تماما". ثمة شيء مطلق بخصوص تلك المُثل، شأنها في ذلك شأن "قضايا العلم الأساسية" عند ر.ج. كولنجوود.

إذا كان ذلك كذلك، فكيف يمكن لنا أن نعرف أية افتراضات يتوجب علينا نبنيها؟ لا ريب أن النماذج المثلى

التفسيربه ومُثل النظام الطبيعي ليست "صادقة" ولا "باطلة" بأي معنى ساذج. عوضا عن ذلك، فإنها تذهب بنا شوطا أبعد (أو أقرب)، ونعد نظريا أكثر (أو أقل) خصوبة". ووفق المستوى اليومي والابتدائي للتحليل، نحتار بارادايم أرسطو في الحركة المنتظمة المقاوَمة على مميرات حقيقية. بيد أن كمال النظرية الرياصية في الديناميكا ارتهن بمثال جديد. لم يكن من المستحسن أن يقوم المرء باعتبار الحركة المنتظمة المقاوَمة نموذجا أمثل، مفترضا أن يتمكن في وقت لاحق من تفسير كيف تتحرك الأجسام حال غياب المقاومة عبر إلغاء القوى المضادة. لقد أفضت هذه السبيل إلى نتيجة غير مجدية تعينت في جعل الحركة غير المقاوَمة غير قابلة للتصور، كون محاولة وصفها بلغة يومية يقحم المرء في تناقض . (هبك قمت بتخفيض المقاومة إلى أن تصبح صفرا. ووفق النسبة الأرسطية بين القوة المحركة والمقاومة، يكون المقام صفرا، وهكذا تواجَه بكل الصعوبات المتعلقة "بالقسمة على الصفر"). على العكس تماما، كان السير قدما في الاتجاه المضاد محتما. يتعين على المرء أن يبدأ باعتبار الحركة غير المقاوَمة إطلاقا نموذجا للحركة

البسـيطة على نحو تام، وألا يطرح المقاومة إلا لاحقا ـ بحيث يبيـن، عـبر السـماح تدريجيا للمقاومة، كيف يفضي التسارع المنـتظم النـاتج عـن قوة مفردة إلى السرعة النهائية المنتظمة للحصان والعربة.

أحيانا يكون تغيير مُثل النظام الطبيعي مبررا، غير أنه يتعيـن أن يـتم تـبريرها إيجابيا. في الوقت الملائم، أصبحت الحـركة المنتظمة المستقيمة عند أخلاف نيوتن بطبيعية السكون وقدرته على تفسير نفسه عند أرسطو. على ذلك، لم تكن أي من تينك الرؤيتين للعطالة صحيحة بداهة، بل توجب أن تُعرَف كل مـنهما عـبر نتائجها. لسبب كهذا كانت ولايتها بوصفها المثال الأساسي في علم الديناميكا مؤقتة ومشروطة. وطالما استمررنا في العمل وفق المفاهيم الأساسية في نظرية نيوتن، يظل مبدؤه فـي العطالة يحتفظ بمنزلته في الفيزياء. ومع ذلك، وفق أعلى مسـتويات التحلـيل، فقد ذلك المبدأ سلطته. ونتيجة للتحول إلى الـنظرية النسـبية الذي حدث في القرن العشرين، تعين إعادة اعتـبار مفهـوم "الحركة الطبيعية" المعبر عنه في قانون نيوتن الأول. قـد تكون آثار التعديلات الناتجة على أفكارنا أقل تطرفا

مــن تلــك التــي نجمت عن ثورة القرن السابع عشر، غير أن التغيير يظل على المستوى النظري عميقا.

قبل أن نتطرق إلى مثالنا الثاني، دعونا نعد إلى حالات أقــل تعقــيدا. مفاد المبدأ العام الذي أقره لا يسري فحسب على علــوم غايــة في التطور، مثل الديناميكا، فنحن نستخدم أنماطا فكرية مشابهة في شؤون الحياة اليومية السائدة. بمعنى ما، تكمن مهمــة العلــم في السط وتحسين أنماط التوقع التي نعرضها كل يوم. ثمة تأثر متبادل بين هذين المجالين.

هبــنا نظــرنا إلى الشارع عبر النافذة. ثمة سيارة تسير بســرعة ثابتة في الطريق، نراها، تمر بنافذتنا، ثم تختفي عن أنظارنــا؛ قــد لا ننتبه إطلاقا إليها. سيارة أخرى تعبر الطريق بشكل متقطع؛ ربما تهتز وقد تتعطل، وقد تتوقف تماما ثم يدور محركها عدة مرات؛ مباشرة سوف تأسر اهتمامنا وسوف نشرع فــي التســاؤل عــن السبب الذي يجعلها تسلك على هذا النحو؟ خطــوة واحــدة تكفي لنقلنا من هذا السؤال إلى حالة عالم الفلك العملــي، الذي لا يجد أي غموض في حركة المشتري المستمرة حــول مداره، والذي سوف يشرع في طرح أسئلته لو أقلع هذا

الكوكـــب فجأة صوب الفضاء عبر مسار يتخذ شكل مماس. "ما الذي جعله يسلك على هذا النحو؟"، سوف يتساءل. حطوة أخرى ســوف تكفـــى لنقلـــنا إلـــى رؤية العالم الرياضى الذي يقر أن المشـــتري، لـــو ترك وشأنه، لن يتحرك في فلك مغلق، بل عبر خـــط مستقيم، ما يعني أنه حتى مساره الإهليلجى المعتاد يحتاج إلى تفسير.

ومهمـــا يكن من أمر، رغم أن شكل النمط التفكيري هذا يظـــل علـــى حاله، فإن محتواه يتغير بشكل جذري، وعبر هذه العملـــية يـــتم دحض مذهب سائد في التفسير. غالبا ما يقال إن "التفسير" إنما يكمن في الربط بين أشياء لا نألفها (وتحتاج من ثم إلـــى تفسير) بأشياء نألفها (ولا تستدعي من ثم أي تفسير). هذا مذهب محق على مستوى بعينه. إذا كنت نفسر شيئا لشخص ما، مـــا يمكـــن أن يســـمى بالتفسير الشخصي، من المعقول أن تبدأ بأشـــياء يعرفها ويفهمها، وأن تقوم بربطها بالأشياء التي يجدها غامضـــة. هذا هو أحد المقاصد التي توظف النماذج في العلوم الفيزيائية في تحقيقها. فالمبتدئ في دراسة علم الكهرباء قد يفيد فـــي فهـــم العلاقـــة بين الفولت، والتيار، والمقاومة، من مقارنة

سريان الكهرباء في السلك بانسياب الماء في الأنبوب. "ألا ترى، الفولـــت يشـــبه ضغط الماء في هذه المنظومة، والمقاومة منل الأنـــبوب الصيق، ونيار الماء أو الكهرباء يتوقف في كل حالة على ذينك العاملين"؟

بيد أن النظريات العلمية لا تكمن في محاجات نعد مفنعة علـــى المستوى الشخصى، بل في تفسيرات قادرة على أن تقف علـــى أقدامها. فى هذه التفسيرات، العلاقة بين "المألوف" و"غير المـــألوف" قـــد تصبح معكوسة. في الديناميكا النيوتونيه، مثال حـــركة العطالـــة الذي تنهض عليه التفسيرات النيوتونية لا يكاد يفـــبل الوصـــف بأنه مألوف (سوف يسخر أرسطو من متل هذا الاقـــتراح). وإذا أصـــررنا علـــى تفسـير "غير المألوف" عبر "المـــألوف"، عوضا عن العكس، لن نتمكن من تحرير أنفسنا من ربقـــة الديناميكا الأرسطية. البارادايم الأرسطية مألوفه بطريقة تعجز عنها الديناميكا النيوتونية، والبرنامج النيوتوني فى التعامل مـــع حـــركه الخيول والعربات بوصفها حركة مركبة لا سبيل لفهمهـــا إلا بالبدء بالكواكب والمفذوفات، ثم السماح بتعدد القوى

الدخـــلة، يظـــل مفارقـــيا نســـبة إلى طريقة الفهم المشترك في التفكير.

مـــا الـــدروس التـــي يمكن أن نفيد منها بخصوص هذا المثال الأول؟ في الحياة العادية، قد يكمن التفسير في "ربط غير المألوف بالمألوف"، ولكن، بتطور العلم، يتعين التفسير في "ربط الشـــاذ بالمقـــبول"، وحين يأزف الوقت الملائم، "ربط الظواهر بنماذجـــنا المـــثلى". لا مناص من هذا. أي الأشياء يعد مألوف وأيها لا يعد كذلك، مسألة نسبية (الرجل الذي يقطن الصحراء قد يصعب عليه فهم "ضغط الماء"، وقد يكون علم الهيدروليكا أكثر إرباكـــا له مـــن علـــم الكهرباء). من جهة أخرى، ليست هناك ضـــرورة فـــي أن يكون السؤال ما إذا كان الحدث يشكل حالة شـــدوذية ســـؤالا شخصـــيا. بـــالمقدور نقاشه بطريقة عقلانية، خصوصا إذا وصلنا إلى مرحلة وصف الحدث بأنه "ظاهرة"، ما يعني أن ثمة حاجة لمواءمته مع النظرية. ذلك أن معيارنا آنذاك يتوجـــب ألا يتعين في ما هو مألوف بل فيما هو قابل للفهم ويعد معقولا نسبة إلى مسار الطبيعة. لقد كان المقصد من هذا الفصل هـــو تبيان الموضع الذي سوف نجد أنفسنا فيه حين نشرع في ملاحظة هذا التمييز.

إشكاليات فلسفية في العلم الطبيعي

المكتب الوطني للبحث والتطوير